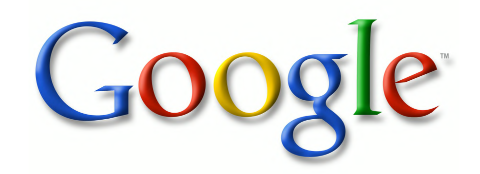
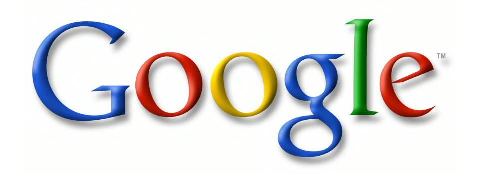
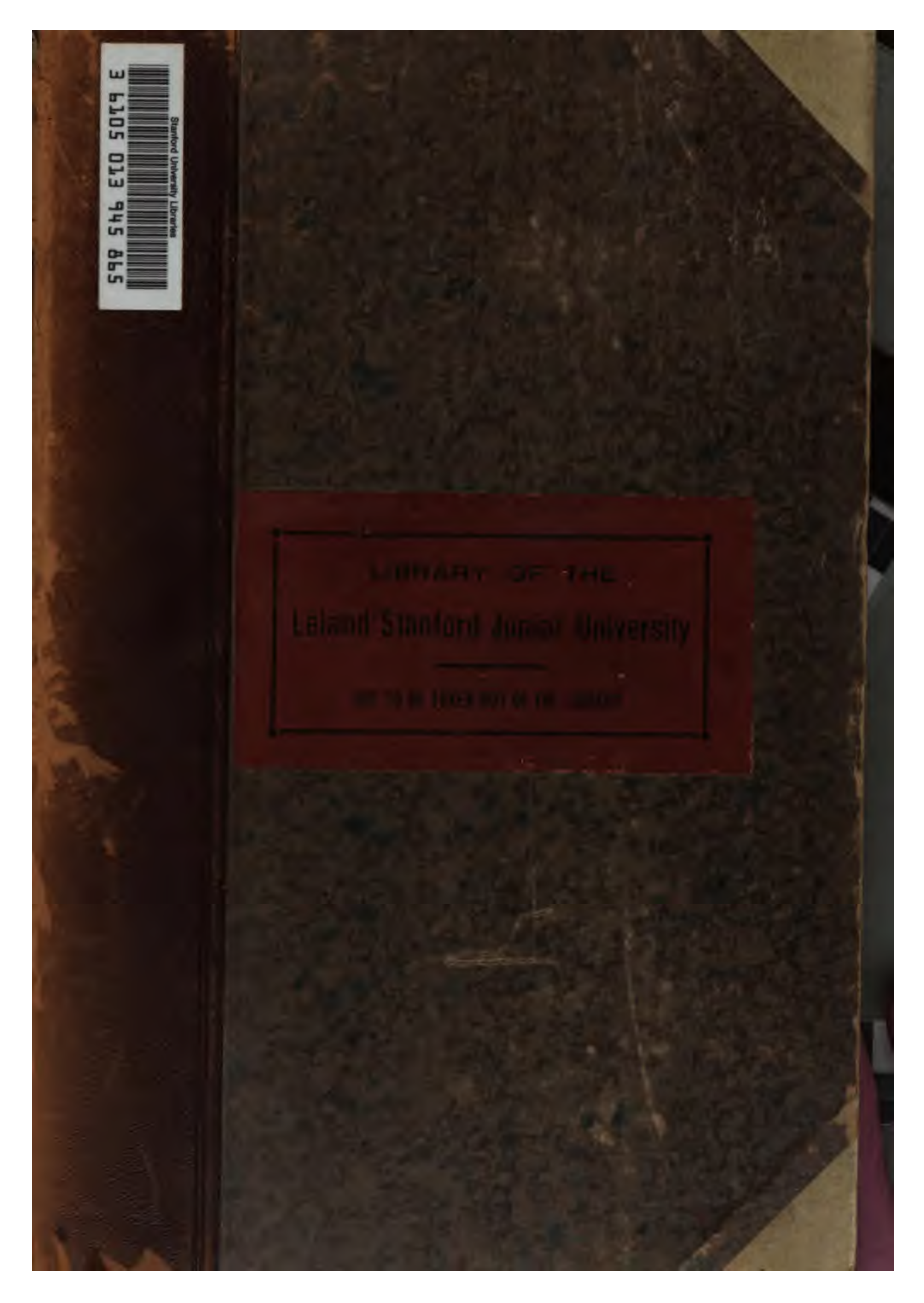
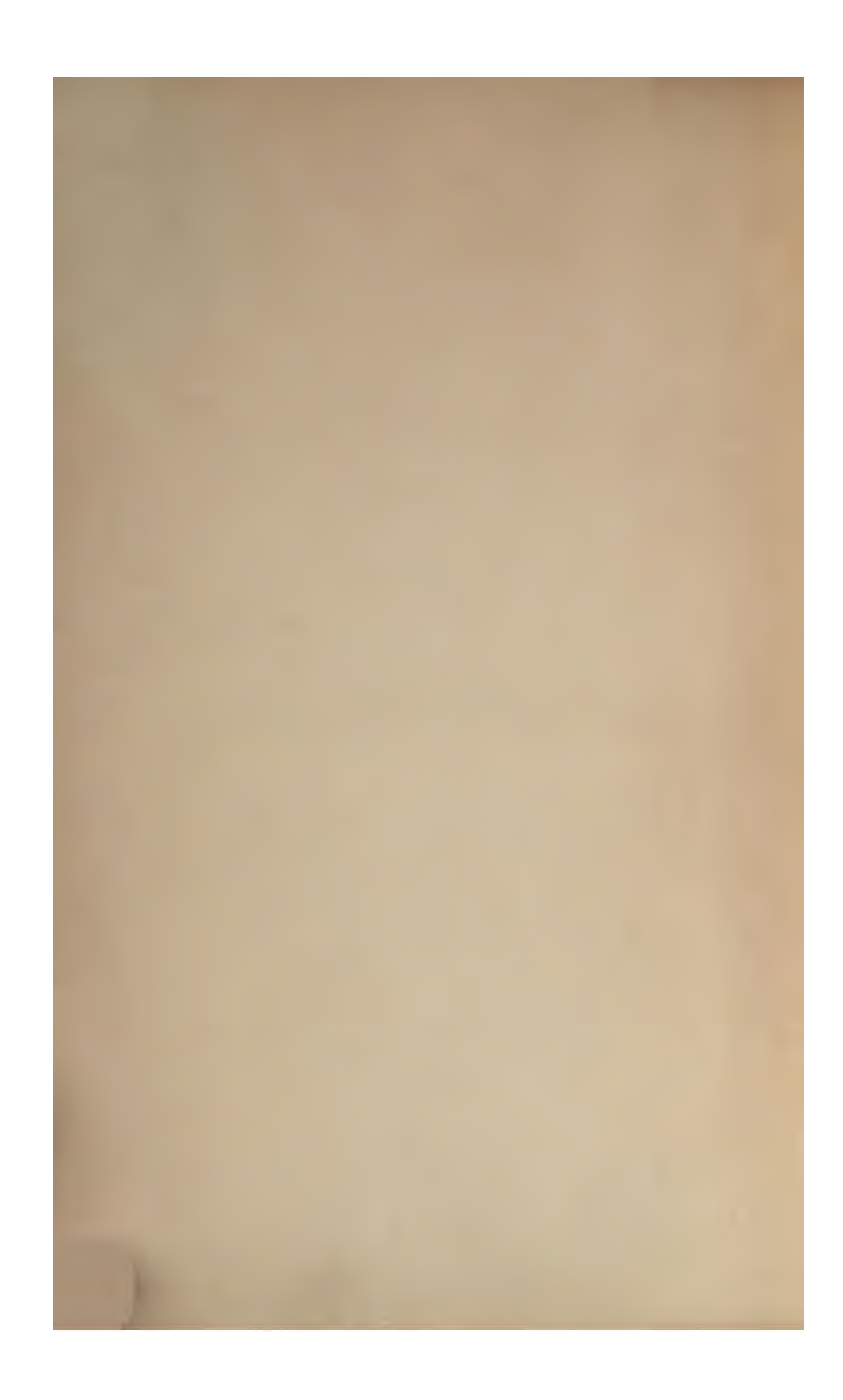





LIBRARY OF THE
Leland Stanford Junior University


TERMANN & Co
NEW-YORK
BROADWAY





JAHRBÜCHER

für

wissenschaftliche Botanik.

Herausgegeben

von

Dr. N. Pringsheim

Privat-Docenten der Botanik an der Universität zu Berlin.

Erster Band.

Mit 30 zum Theil colorirten Tafeln.

Berlin 1858.

Verlag von August Hirschwald.

69 Unter den Linden, Ecke der Schadows-Strasse.

Seite

Gen. Elodea Rich.

Seite

Gen. Lagarosiphon Harv.

Alphabetisch nach den Namen der Verfasser geordnetes Inhalts-Verzeichniss.

Verzeichniss der Tafeln.

Taf. XIX—XXI. Zur Morphologie der Saprolegnieen.

XIX. Bildung der Geschlechtsorgane (Oogonien, Antheridien) von Saprolegnia monoica.

XX. Befruchtung und Oosporenbildung von Saprolegnia monoica.

XXI. 1. Pythium entophytum, Schwärmsporenbildung. — 2. Pythium monospermum, Bildung der Schwärmsporen und der Geschlechtsorgane, sowie Keimung der befruchteten Oosporen.

Taf. XXII—XXIII. Zum Blüthenbau von Delphinium.

XXII. Diagramme 1 u. 2. von Delph. Ajacis. — 3. von Delph. Consolida. — 4 u. 5. von Delph. cardiopetalum. — 6. von Delph. grandiflorum.

XXIII. 1 u. 2. Darstellung des Ueberganges von einem $\frac{3 \vee 2}{5}$ Cyclus zu einem $\frac{5 \vee 3}{8}$ Cyclus ohne Prosenthese. — 3. Diagramm von Delph. pentagynum. — 4 u. 5. Diagramme abnormer Blüthen von Delph. Ajacis.

XXIV A. Austreten der Sporen aus den Schläuchen von Sphaeria Scirpi.

B. Eindringen und Herauskriechen von Monas parasitica durch die Wand der Spirogyrenzelle und ihre Entwickelung im Innern der Zelle.

Taf. XXV—XXIX. Zur Anatomie und Morphologie der Hydrilleen.

XXV u. XXVI. Hydrilla verticillata.

XXVII. 31—39. Hydrilla verticillata. — 40—47. Elodea canadensis.

XXVIII. Elodea canadensis.

XXIX. 64—68. Elodea guyanensis. — 69—74. Elodea latifolia. — 75—78. Lagarosiphon cordofanus. — 79—80. Lagarosiphon muscoides. — 81. Elodea canadensis.

XXX. 1. Aehre von Aegilops ovata. — 2—7. Aehren verschiedener Bastardpflanzen, erzeugt durch künstliche Befruchtung von Aegilops ovata mit dem Pollen mehrerer Triticum-Arten.



Beiträge zur Morphologie und Systematik der Algen

von

N. Pringsheim.

Die Systematik der Algen hat sich allmälig aus der Dürftigkeit früherer Zeiten herausgearbeitet. Die Gattungen Tremella, Fucus, Ulva, Conferva und Byssus, welche noch zu Linné's Zeit das bunte Gemenge der verschiedensten Algen-Typen verbargen, sind durch die sorgfältigen Untersuchungen eines ganzen Jahrhunderts in ihre natürlichen Ordnungen und Gruppen zerfallen, welche einen Formenreichthum enthalten, der mit jeder anderen grossen Abtheilung des Gewächsreiches wetteifern kann. Diese wunderbare Mannichfaltigkeit der Typen, welche innerhalb eines einfachen Entwickelungskreises immer neue und unerwartete Bildungen dem forschenden Auge offenbart, bildet schon an sich den unwiderstehlichen Reiz, welcher die Freunde algologischer Forschung bei diesen unscheinbaren und so lange verachteten Wesen festhält.

Aber noch eine andere und nicht minder hohe Bedeutung gewinnt das Studium der Algen durch den einfachen Bau der grossen Mehrzahl dieser Gewächse, welcher eine gründlichere Einsicht in die Beziehungen des Zellenlebens zum allgemeinen Pflanzenleben gewährt und die Erscheinungen der Entwickelung bis zu ihrem letzten Bildungselemente, der Zelle, zurückzuführen gestattet. Denn die Fragen nach der Entstehung, dem Wachsthum und der Function der Zellen, sowie nach der Weise, wie diese Factoren des gesammten Pflanzenlebens zur Bildung eines complicirten Organismus sich verbinden und seinem Gesamm[illegible] [illegible]ch sind,

werden in unserer Zeit wenigstens nirgends mit solcher Bestimmtheit und Schärfe gelöst werden können, als bei ihnen, weil in keiner anderen Pflanzengruppe so leicht zugängliche Objecte für die Untersuchung dieser Grundfragen der Anatomie und Physiologie sich finden lassen, als bei den Algen.

Vorzüglich diese der physiologischen Forschung so günstigen Verhältnisse waren es, welche die Wissbegierde der neueren Beobachter auf diese Classe der Gewächse gelenkt haben, und sie verleihen dem Studium der Algen einen wissenschaftlichen, theoretischen Werth, welcher für den Mangel einer unmittelbar practischen Bedeutung eine vollkommene Entschädigung gewährt.

Die beiden bezeichneten Zwecke, der systematische und physiologische, müssen zunächst durch solche morphologische Monographien gefördert werden, welche unter allseitiger Berücksichtigung der Wachsthumsverhältnisse und Entwickelungsrichtungen sich zu einem Gesammtbilde der Entwickelung abschliessen.

Das dringende Bedürfniss nach in diesem Sinne vollständigen, das heisst zu einem in sich zurückkehrenden Entwickelungskreise abgeschlossenen, morphologischen Monographien muss sich Jedem fühlbar machen, der einen Blick auf die gegenwärtige Systematik wirft.

Es wäre überflüssig, hier noch des Weiteren auseinanderzusetzen, dass es gerade der Mangel an vollständigen Entwickelungsgeschichten ist, welcher den Mangel eines einheitlichen und durchgreifenden Eintheilungsgrundes in den vorhandenen Algensystemen bedingt. Wie wäre es auch möglich gewesen, eine natürliche Eintheilung der Algen zu schaffen, so lange der wichtigste Vorgang ihrer Entwickelung, der Geschlechtsact, noch gänzlich unbekannt war? Und wie hätte man die allgemeinen Gleichungspunkte der Entwickelung finden sollen, so lange die einzelnen Entwickelungskreise der verschiedenen Typen nicht abgeschlossen vorlagen?

Dagegen möchte es nicht überflüssig sein, hier noch den besonderen Gewinn hervorzuheben, welchen auch die Specieskunde der Algen von der morphologisch-monographischen Behandlung zu erwarten hat.

Es ist bekannt, dass die grösste Verwirrung innerhalb der Systematik der Algen bisher noch in der Sonderung der Arten formenreicher Gattungen herrscht. Der einfache Bau der Algen scheint so wenige Anhaltspunkte für die Unterscheidung an die Hand zu geben, dass man zu Habitus- und Grössenverschiedenheiten,

den trüglichsten und veränderlichsten Merkmalen, seine Zuflucht nehmen zu müssen glaubte.

Ueber die hieraus entstandene Unsicherheit der Bestimmung ist mit Recht allgemein geklagt worden. Die leichte Verwechselung der Arten, eine unmittelbare Folge der Wahl unsicherer Unterscheidungsmerkmale, steigerte sich in vielen Fällen bis zur völligen Unmöglichkeit einer scharfen Scheidung solcher Formen, welche das natürliche Gefühl doch sogleich als wesentlich verschieden anerkennen musste, und die vielfach gescheiterten Bemühungen, eine festere Systematik zu gründen, riefen schliesslich jene sonderbare Idee der Unbeständigkeit der Algenspecies hervor, die selbst von verdienstvollen Männern vertheidigt worden ist.

Ohne auf die fernliegende Frage nach der absoluten Beständigkeit oder Unbeständigkeit der Arten im Allgemeinen hier einzugehen, muss ich für meinen speciellen Zweck nur hervorheben, dass die Beständigkeit der Algenspecies gerade so feststeht, wie die der Arten jeder anderen Abtheilung der organischen Welt, und dass daher die Arten in der Systemkunde der Algen auf den gleichen Werth Anspruch machen können und müssen, welcher den Arten des Pflanzenreichs und Thierreichs überhaupt zukommt. Unter dieser Voraussetzung muss offenbar zum mindesten die relative Beständigkeit der Algenspecies innerhalb der geschichtlichen Zeit als ein unbestreitbares Dogma anerkannt werden; und Diejenigen sind sicher im Irrthum, welche den Uebergang der Arten in einander, den sie in den höheren organischen Formenkreisen nicht nachzuweisen vermögen, als einen gewöhnlichen oder doch öfters eintretenden Vorgang bei den niederen Organismen betrachten.

Nicht die Wandelbarkeit der Arten, sondern die Wandelbarkeit der schlecht gewählten Charaktere und die Lücken in der Kenntniss der Entwickelung tragen die Schuld der empfundenen und gerügten systematischen Uebelstände. Ihnen kann nur die aufmerksame Beachtung derjenigen morphologischen Vorgänge, welche bisher bei der systematischen Eintheilung ganz übersehen wurden, abhelfen. Diese Ueberzeugung muss sich nothwendig Jedem aufdrängen, der sich mehr intensiv mit der Bildungsgeschichte der Algen als extensiv mit der Mannichfaltigkeit ihrer äusseren Formen beschäftigt hat. Noch aber könnte die Möglichkeit einer practischen Durchführung der richtigen Grundsätze in der Specieskunde der Algen in Frage kommen.

Den Beweis für diese Möglichkeit zu führen und zu zeigen,

dass auch bei den Algen trotz ihres einfachen Baues und trotz der nur geringen Bildungsabweichungen verwandter Arten sich dennoch sichere und constante specifische Unterscheidungsmerkmale auffinden lassen, wenn man die Charaktere benützt, welche Zellbildung und Wachsthum, Vermehrung und Fortpflanzung, namentlich aber die Geschlechtsorgane und der Geschlechtsact darbieten; dieses habe ich mir in der nachfolgenden Monographie der Oedogonieen zunächst zur Aufgabe gemacht, und dies wird um so eher allgemein anerkannt werden, je mehr man sich bemühen wird, nicht, wie bisher, Arten nach einzelnen und zudem trügenden Habitus- oder Grössenverhältnissen zu unterscheiden, sondern eine vollständige morphologische Darstellung ihres Wachsthums, ihrer Vermehrung und ihrer geschlechtlichen Fortpflanzung jedem Versuche systematischer Einreihung oder Eintheilung vorangehen zu lassen.

Wie der systematische kann auch der physiologische Zweck des Algen-Studiums vor der Hand am besten durch morphologische Monographien gefördert werden, sofern diese nur zu einem Gesammtbilde der Entwickelung sich abschliessen, denn in einem solchen treten die Beziehungen des Zellenlebens zum ganzen Organismus am deutlichsten hervor; und da es sich hier noch mehr um die Sammlung eines gesicherten Materials als um die Feststellung allgemeiner Gesichtspunkte handelt, so kann die Beschränkung der Untersuchung auf ein kleineres Gebiet die Sicherheit der Resultate nur erhöhen. Wer aber mit den wissenschaftlichen Aufgaben der heutigen Botanik vertraut ist, der wird alsdann einer morphologischen Monographie gewiss nicht mit dem gegen Monographien überhaupt vom einseitigen systematischen Standpunkte aus nur zu gern erhobenen Vorwurfe einer zu grossen Berücksichtigung specieller Verhältnisse und eines zu grossen Eingehens auf die Einzelheiten der Entwickelungs- und Lebensmomente entgegentreten.

Seit längerer Zeit algologischen Studien mit Vorliebe zugewendet, habe ich mich stets bemüht, ein Gesammtbild der Entwickelung der von mir untersuchten Pflanzen zu erhalten, um jene vollständigen Monographien zu gewinnen, von welchen die Abschliessung einer einzigen mir für den Fortgang der Wissenschaft erspriesslicher scheint als die Veröffentlichung einer grösseren Menge vereinzelter, abgerissener Stufen aus dem Entwickelungsgange der verschiedensten Arten, deren wahrer Werth doch erst durch die

Stelle bestimmt wird, welche sie in dem Entwickelungskreise, dem sie angehören, einnehmen.

Das Ergebniss derjenigen Untersuchungen, welche wenigstens annähernd das von mir erstrebte Ziel der Vollständigkeit erreicht haben, beabsichtige ich in einer kleinen Reihe von Monographien zu veröffentlichen, und ich beginne mit der Monographie der Oedogonieen, deren Entwickelungsgeschichte ich bis jetzt am weitesten zu führen vermochte.

Bevor ich jedoch mit der Darstellung der Entwickelungsgeschichte dieser Familie beginne, muss ich einige allgemeinere, die Terminologie der Fortpflanzungsorgane der Algen betreffende Bemerkungen vorausschicken.

Man hat bisher sämmtliche Fortpflanzungszellen der Algen in der Ueberzeugung, dass sie physiologisch gleichwerthige, ungeschlechtlich erzeugte Vermehrungsorgane sind, Sporen genannt, und hielt ihre Entwickelungs- und Structur-Verschiedenheiten nur für untergeordnete Abweichungen eines wesentlich gleichartigen Bildungsganges. Denn die Ausdrücke Schwärmsporen, ruhende Sporen, Vierlingssporen und Kapselsporen, Macrogonidien und Microgonidien u. s. w., sollten nur verschiedene Arten ungeschlechtlich erzeugter Vermehrungsorgane, aber nicht etwa physiologisch verschiedene Fortpflanzungsformen bezeichnen.

Entsprechend den Ansichten, welche über den Werth der Algensporen verbreitet waren, wurden auch die Organe, in welchen sie entstehen, für physiologisch gleichwerthige Gebilde angesehen und je nach ihrem einfacheren oder complicirteren Baue, aber ohne bestimmte Regel und selbst ohne Uebereinstimmung, bald hier Sporenmutterzellen und Sporangien, bald dort Früchte genannt.

Seitdem aber mehrere dieser Bildungen mit Bestimmtheit als weibliche Geschlechtsorgane und deren Producte erkannt sind, und für andere der gleiche Werth wenigstens im höchsten Grade wahrscheinlich geworden ist, während es für die übrigen nur noch sicherer feststeht, dass sie ungeschlechtliche Vermehrungsorgane sind, kann es keinem Zweifel mehr unterliegen, dass die Sporangien und Sporen, welche man in der grösseren Hälfte der Algenspecies bereits in zwiefacher Form hat nachweisen können, in zwei physiologisch streng geschiedene Reihen zerfallen, von welchen die eine der geschlechtlichen Fortpflanzung, die andere der ungeschlechtlichen Vermehrung dient.

Die Terminologie der Vermehrungsorgane der Algen, unter der irrigen Voraussetzung ihrer durchgängigen Geschlechtslosigkeit entstanden, entspricht daher nicht mehr den gegenwärtigen Ansichten von ihrem physiologischen Werthe, welche sich in Folge der neueren directen Erfahrungen über das Geschlecht der Algen gebildet haben, und ihre Unzulänglichkeit muss Jedem fühlbar werden, der es versucht, die morphologischen Verhältnisse einer grösseren Formenreihe aus dieser Classe der Gewächse in vergleichender und übereinstimmender Weise zu beschreiben. Denn schon die nöthige Bestimmtheit des Ausdruckes verlangt dringend eine Verschiedenheit in der Bezeichnungsweise dieser Fortpflanzungsorgane, je nachdem sie der geschlechtlichen oder ungeschlechtlichen Reihe angehören, und es kann für die Wissenschaft nur erspriesslich sein und muss das Verständniss zugleich bedeutend erleichtern, wenn ihre Bezeichnungen sich, soweit thunlich, den Benennungen analoger Organe der höheren Cryptogamen anschliessen.

Wie man leicht einsieht, kann es sich aber bei der Bildung einer bestimmteren Terminologie der Vermehrungsorgane der Algen um eine Neuerung nur in so weit handeln, als es die weiblichen Geschlechtsorgane betrifft, denn für die männlichen Geschlechtsorgane, sowie für die ungeschlechtlich erzeugten Fortpflanzungszellen sind auch bei den Algen schon dieselben Benennungen wie bei den höheren Cryptogamen durch längeren Gebrauch eingeführt worden.

Wie bei Farren und Moosen wird daher auch bei den Algen der Ausdruck Sporen noch ferner für die ungeschlechtlich erzeugten Fortpflanzungszellen mit Recht beizubehalten sein, allein er wird ausschliesslich auf diese beschränkt werden müssen und nicht, wie früher, für alle Fortpflanzungszellen der Algen ohne Ausnahme, für die geschlechtlichen sowohl als für die ungeschlechtlichen, gebraucht werden dürfen. Mit demselben Rechte werden auch die Mutterzellen der Sporen, wie früher, Sporangien heissen, wenn sie durch erkennbare Merkmale von dem übrigen Gewebe sich unterscheiden lassen; in den Fällen jedoch, in welchen die Sporen in Zellen entstehen, die der Gestalt nach nur wenig oder gar nicht von den gewöhnlichen Gewebezellen verschieden sind, wird man, wenn auch in inconsequenter Weise, doch wohl, wie bisher, den Ausdruck „Sporenmutterzellen“ dem der Sporangien vorziehen.

Es ist ferner selbstverständlich, dass man untergeordnete anatomische oder Entwickelungs-Abweichungen bei den Sporen gl

in den Namen mit aufnehmen kann, wie dies schon bei der Bezeichnung der Schwärmsporen und Vierlingssporen geschehen ist. In ähnlicher Weise habe ich eine eigenthümliche Verschiedenheit, welche bei den ungeschlechtlich erzeugten Fortpflanzungszellen einiger diöcischen Algen hervortritt, schon im Namen ausdrücken wollen. In diesen diöcischen Gewächsen finden sich zweierlei ungeschlechtliche Fortpflanzungszellen, die zwar im Allgemeinen gleichartig gebaut sind, aber dennoch sich leicht von einander unterscheiden lassen; von diesen ist die eine Art bestimmt, blos die männlichen, die andere Art, blos die weiblichen Individuen zu erzeugen. Diese Verschiedenheit ist bisher nur bei solchen Algen bemerkt worden, deren ungeschlechtliche Fortpflanzungszellen in Form von Schwärmsporen erscheinen. Es sind daher hier in jeder Species zweierlei verschiedene Schwärmsporen vorhanden, welche nach dem Geschlechte der Keimpflanzen, die von ihnen gebildet werden, kurz als männliche und weibliche bezeichnet werden dürfen. Da aber in den genannten Fällen ausser den männlichen und weiblichen Individuen auch geschlechtslose Individuen existiren, welche gleichfalls von Schwärmsporen erzeugt werden, und die weiblichen Schwärmsporen, das heisst also diejenigen, welche weibliche Pflanzen hervorbringen, sich von denen nicht unterscheiden lassen, aus welchen die ungeschlechtlichen Pflanzen hervorgehen, dagegen die männlichen Schwärmsporen von den anderen auffallend abweichen, so scheint es mir nur nöthig, diese letzteren mit einem besonderen Namen zu belegen. Ich habe für sie schon früher den Ausdruck „Androsporen“ vorgeschlagen, den ich auch in den folgenden Abhandlungen beibehalten werde.

Wie für die ungeschlechtlich erzeugten Fortpflanzungszellen — die Sporen — ist auch für die männlichen Geschlechtsorgane kein Grund vorhanden, bei den Algen einen anderen als den bei Moosen und Farrnkräutern üblichen Ausdruck „Antheridium“ zu gebrauchen, wie dies ja bekanntlich auch von den Meisten geschehen ist, welche männliche Geschlechtsorgane bei den Algen, sei es mit Recht oder Unrecht, beschrieben haben. Die unmittelbar befruchtenden Samenelemente, welche innerhalb der Antheridien entstehen, können aber bei den Algen nicht, wie bei Farren und Moosen, Samenfäden heissen, weil ihr anatomischer Bau diese Bezeichnung nicht zulässt. Die Charen, die an der Grenze der Algen und Moose stehend, vielleicht richtiger zu den Algen zu ziehen sind, würden die einzige Algenfamilie bilden, bei welcher die Samen-

elemente in Form von Fäden erscheinen. Bei allen übrigen Algen gleichen die Samenelemente mehr oder weniger zellenartigen Körpern, die ihrer Structur nach sich mehr den Schwärmsporenformen der Algen als den Samenfäden der höheren Cryptogamen anschliessen. In einzelnen Fällen stimmt ihre Gestalt sogar vollkommen mit den Schwärmsporen der Familie, zu der sie gehören, überein. Ich hatte für diese Bildungen in einem früheren Aufsatze das aus der Zoologie entlehnte und früher auch in der Botanik gebräuchliche Wort, „Samenthier", in Anwendung gebracht; da dieses aber mehr aussagt, als sich zur Zeit von diesen Gebilden aussagen lässt, und deshalb bei Manchem Anstoss erregen könnte und erregt hat, so habe ich es später vorgezogen, um jede unsichere Deutung und falsche Vorstellung von dem Namen fernzuhalten, mich der einfacheren Bezeichnung „Samenkörper" zu bedienen.

Auch für die weiblichen Geschlechtsorgane der Algen schiene es auf den ersten Blick am passendsten, dieselben Benennungen zu wählen, welche für die weiblichen Geschlechtsorgane der Moose und Farrnkräuter eingeführt sind. Allein die weiblichen Geschlechtsorgane der Algen sind bei weitem einfacher gebaut als die Archegonien der Moose und Farren. Dies gilt nicht blos für die Mutterzellen der ruhenden Sporen bei den Conferven und für die Sporensäcke der Fucaceen, deren Werth als weibliche Geschlechtsorgane schon mit völliger Sicherheit erkannt worden ist, sondern es kann auch für Florideen und Fucoideen mit einiger Wahrscheinlichkeit behauptet werden. Ich halte mich nämlich nach Untersuchungen, die freilich noch nicht völlig abgeschlossen sind, zu der Vermuthung berechtigt, dass die einzelnen Zellen, welche die Zellenhaufen der von den Hüllästen umkleideten Kapselfrüchte der Wrangelien bilden, sowie die einzelnen Zellen, welche sich in grösserer Anzahl frei vom Boden der Kapselfrüchte der Polysiphonieen erheben und in welchen die später hervortretenden Kapselsporen entstehen, ebenso wie die Mutterzellen der ruhenden Sporen bei denjenigen Ectocarpus-Arten, bei welchen ruhende Sporen bekannt sind (Ectocarpus Mertensii und verwandte Species), die wahren, den Mutterzellen der ruhenden Sporen bei Vaucheria und Oedogonium und den Sporensäcken von Fucus analogen, weiblichen Geschlechtsorgane sind.

Wo hiernach, wie bei Conferven und Fucaceen, die weiblichen Geschlechtsorgane mit Bestimmtheit bekannt sind, oder wo, wie bei Fucoideen und Florideen, die ihnen gleichwerthigen Gebilde

mit einiger Wahrscheinlichkeit bezeichnet werden können, da erscheinen sie stets als durchaus einfache Zellen, in welchen entweder direct die Befruchtung stattfindet, oder welche doch die den thierischen Eiern analogen Gebilde erzeugen, die später durch einen Act äusserer Befruchtung zu Samenzellen werden.

Diese einfachen Zellen finden aber ihr Analogon offenbar nicht in den Archegonien der höheren Cryptogamen, sondern vielmehr in der sogenannten Centralzelle derselben, und es muss daher für dieselben ein eigener, vielleicht auch auf die Centralzelle der Archegonien auszudehnender Ausdruck gebildet werden. Ich habe für sie den Ausdruck Oogonium (Eisack) gewählt. Ich würde nicht gezögert haben im Anschluss an die Terminologie der Phanerogamen die Bezeichnung Embryosack vorzuschlagen; allein es ist erstens noch fraglich, ob es der Embryosack oder das Keimbläschen der Phanerogamen ist, welches das dem Oogonium der Algen und der Centralzelle in dem Archegonium der höheren Cryptogamen analoge Gebilde darstellt, und dann besitzt ausserdem auch das in dem Oogonium der Algen erzeugte Geschlechtsproduct wenigstens in vielen Fällen nicht den Werth eines die Mutterpflanze unmittelbar wiedererzeugenden Embryo, sondern entspricht vielmehr der in der Centralzelle des Moos-Archegonium entstehenden Moosfrucht.

Nicht immer verharren die bei ihrer Bildung als nackte Zellen auftretenden Oogonien der Algen in diesem einfachsten Zustande, hin und wieder umgeben sie sich noch später mit einer eng anschliessenden, zelligen Hülle, welche in ähnlicher Weise, wie das Rindengewebe der Charen sich bildet, das ursprünglich nackte Oogonium umwächst. Diese Oogonien, welche in ihrem Baue, aber nicht in ihrer Entstehung, den Archegonien der Moose und Farrnkräuter sich nähern, nenne ich berindete Oogonien, im Gegensatze zu den nackten. Sie treten, so weit bis jetzt bekannt ist, nur bei den Charen und der Familie der Coleochaeteen auf, welche hierin den Charen sich zunächst anschliesst.

Der Inhalt der nackten sowohl wie der berindeten Oogonien bildet sich entweder zu einer oder zu mehreren Massen von bestimmter Gestalt um, welche später nach dem Hinzutreten der Samenkörper durch Vermischung mit denselben befruchtet werden. Sie haben eine abgerundete, mehr oder weniger kugelige Gestalt und sind vor der Befruchtung noch von kei[illegible] kennbaren Membran umgeben. Diese Massen nenne [illegible]kugeln

(Gonosphaerien). Sie werden nach der Befruchtung zu einfachen, mit deutlichen Membranen umgebenen Zellen, welche als wahre, befruchtete Eier oder Samenzellen erscheinen.

Es wäre gewiss am geeignetsten, die befruchteten Befruchtungskugeln geradezu Eier zu nennen. Da aber dieser Ausdruck schon bei den Phanerogamen, wenn auch in unpassender Weise für ein den thierischen Eiern nicht analoges Gebilde, vergeben ist, so habe ich für sie die Bezeichnung Oosporen (Eisporen) gebraucht.

In kurzer Wiederholung enthält daher die von mir vorgeschlagene Terminologie der Vermehrungsorgane der Algen folgende Ausdrücke:

Die ungeschlechtlich erzeugten Vermehrungszellen nenne ich ausschliesslich Sporen. Wie früher sind ihre untergeordneten Verschiedenheiten gleich in dem Namen mit ausgedrückt; z. B. Schwärmsporen, Vierlingssporen, Androsporen. — Die Organe, in welchen die Sporen entstehen, heissen Sporangien oder Sporenmutterzellen.

Die männlichen Geschlechtsorgane heissen wie bei den höheren Cryptogamen Antheridien. Die in ihnen gebildeten befruchtenden Elemente Samenkörper.

Die weiblichen Geschlechtsorgane nenne ich Oogonien und unterscheide nackte und berindete Oogonien.

Die innerhalb der Oogonien erzeugten Bildungen von bestimmter Gestalt, welche von den Samenkörpern befruchtet werden, nenne ich in ihrem nackten Zustande vor der Befruchtung Befruchtungskugeln, nach der Befruchtung Oosporen.

Eine grössere Uebereinstimmung in der Benennung der Fortpflanzungsorgane der Algen, als bisher von den Algologen eingehalten worden, ist — dies wird gewiss Jeder zugeben — unumgänglich nöthig. Ich halte die im Vorstehenden angegebenen Ausdrücke für vollkommen ausreichend. Für die weiblichen Geschlechtsorgane und die in ihnen erzeugten Eier konnte bisher der Natur der Sache nach gar kein Ausdruck existiren; dies ist gewiss eine genügende Entschuldigung für die Einführung neuer Bezeichnungen. Sollten die meinigen nicht beliebt werden, so mögen sie bald passenderen weichen.

I.

Morphologie der Oedogonieen.

Die formenreichen Gattungen Oedogonium und Bulbochaete bilden eine unter sich höchst übereinstimmende und zugleich von den übrigen Conferven auffallend abweichende, natürliche Gruppe. Schon Thuret*) hat, von dem Baue der Schwärmsporen ausgehend, die Oedogonieen als eine besondere Familie der Conferven aufgestellt, und dies mit Recht, denn nicht nur im Baue der Schwärmsporen, sondern auch in den übrigen morphologischen Verhältnissen, so in den wesentlicheren Entwickelungsmomenten der Geschlechtsorgane, zeigen diese Gewächse eine grosse Uebereinstimmung und ihre nahe Verwandtschaft, und zugleich ihre Abweichung von den anderen, ihnen äusserlich ähnlichen Conferven wird noch auffallender durch eine besondere, auf ihren Kreis beschränkte Weise der Zellvermehrung, die einen eigenen Typus der Zelltheilung bildet.

Die Familie der Oedogonieen umfasst nur die beiden genannten Gattungen; wenigstens lässt sich schon jetzt so viel mit Bestimmtheit behaupten, dass unter allen bekannten Confervengattungen, selbst bei erweiterter Kenntniss ihrer Entwickelungsverhältnisse, keine einzige in den Umfang dieser Familie wird gezogen werden können, denn auch die Gattungen Aphanochaete und Coleochaete, welche sich durch Charaktere des Habitus zunächst anzuschliessen scheinen, weichen sowohl durch den Bau der Schwärmsporen als durch die Entwickelung und Structur der Geschlechtsorgane wesentlich ab.

Oedogonium bildet unverästelte, Bulbochaete verästelte Zellreihen. Die letztere Gattung zeichnet sich überdies durch die eigenthümliche Gestalt der Endzelle ihrer Aeste aus, welche eine unten zur Zwiebel angeschwollene, sehr inhaltsarme und daher helle Borste vorstellt. Etwas Aehnliches tritt bei einigen Species von Oedogonium auf, deren Faden an seiner Spitze eine lange,

---

*) Ann. d. sc. nat. Bot. 3e série. Tome XIV

helle, aber unten nicht angeschwollene Borste trägt. Bei anderen Species von Oedogonium wachsen die letzten Zellen des Fadens (mehrere 3—6) in helle, durch ihre Inhaltsarmuth und Länge von den übrigen Fadenzellen auffallend unterschiedene Cylinder aus; eine Erscheinung, welche an die Endborsten der anderen Species von Oedogonium und der Gattung Bulbochaete erinnert. Bei noch anderen Species von Oedogonium fehlt aber eine die Borsten von Bulbochaete vertretende Bildung ganz, indem die Endzelle der hierher gehörigen Formen kurz bleibt und entweder oben ganz stumpf oder nur wenig zugespitzt erscheint.

Die Theilung der Zellen.

Der besondere, bereits erwähnte Modus der Zelltheilung, der bei Oedogonium und Bulbochaete in gleicher Weise eintritt, ruft gewisse, bisher theils verkannte, theils übersehene Eigenthümlichkeiten im Baue dieser Gewächse hervor, und verlangt deshalb auch hier ein näheres Eingehen.

Die Theilung wird bei den Zellen dieser Pflanzen durch die Ansammlung einer Zellstoffmasse eingeleitet (I. 1), welche am oberen Ende der Zelle unter der Form eines den Inhalt zusammenschnürenden, unmittelbar an der Zellwand anliegenden Ringes auftritt. Nachdem diese Zellstoffansammlung eine verhältnissmässig bedeutende — bei den verschiedenen Species sehr ungleich mächtige — Dicke erreicht hat, wird, je nach dem Werthe der entstehenden Tochterzellen, bald in der Mitte der Mutterzelle, bald oberhalb, bald unterhalb dieser Mitte eine Linie bemerkbar, welche den Zellinhalt in zwei gesonderte Parthien theilt (I. 2). Bei Anwendung geeigneter Reagentien, die nicht zu starke Störungen im Zellinhalte hervorrufen, erkennt man leicht, dass diese Linie einer vollständigen Scheidewand entspricht, welche von den anstossenden Wänden der gebildeten Tochterzellen herrührt. Von diesen dehnt sich bald nach ihrer Bildung die obere zuerst etwas aus, und hierdurch reisst die Wand der Mutterzelle, die dieser Ausdehnung nicht folgen kann, in einem glatten Querriss gerade über der Ansammlungsstelle des vorher gebildeten Zellstoffringes auf (I. 3). Man sieht, wenn man den Augenblick des Aufbrechens der Wand nicht versäumt, den Riss zuerst seitlich an einer Stelle erfolgen, und bemerkt, wie dieser anfänglich einseitige Riss, durch welchen

die Mutterzellwand zuerst schief aufklappt, nach und nach weitergreifend schliesslich zu einem vollständigen Kreisriss wird, durch welchen die Wand der Mutterzelle in zwei sehr ungleiche Stücke zerfällt; in ein oberes, welches ich die „Kappe", und ein unteres, welches ich die „Scheide" nenne. Zugleich bemerkt man, dass die obere Tochterzelle, indem sie sich noch ferner etwas ausdehnt, die aufgebrochene Kappe mit in die Höhe hebt (I. 3), während die untere Tochterzelle und der untere Theil der oberen Tochterzelle noch in jenem Stücke der aufgebrochenen Mutterzellwand, welches ich die Scheide genannt habe, stecken bleiben. Zwischen Kappe und Scheide, welche in der angegebenen Weise durch die Ausdehnung der wachsenden oberen Tochterzelle getrennt werden, dehnt sich aber gleichzeitig mit dem Aufbrechen der Mutterzellhaut der bereits erwähnte Zellstoffring, welcher unterhalb der Rissstelle der Zellwand lag, über die ganze hervorgeschobene Fläche der oberen Tochterzelle aus und gestaltet sich so zu einer cylindrischen, die ganze Zelle deckenden Hülle, welche an Kappe und Scheide sich anschliessend den durch das Aufbrechen der Mutterzellhaut gestörten Zusammenhang wieder herstellt.

Nun — noch bevor die obere Tochterzelle sich völlig ausgedehnt hat — beginnt das Wachsthum der unteren Tochterzelle, wodurch die Scheidewand, welche die beiden Tochterzellen trennt, immer mehr nach oben geschoben wird und schliesslich über die Rissstelle der Mutterzelle hervortritt (I. 4). Hiermit ist das Wachsthum der unteren Tochterzelle beendigt, und nun beginnt die obere Tochterzelle ihrerseits sich wieder etwas zu verlängern bis sie ungefähr die Grösse der Mutterzelle erreicht. — Der anfänglich zu einem kurzen und dickwandigen Cylinder gewordene Zellstoffring dehnt sich inzwischen, mit dem Hervortreten und dem Wachsthum der oberen Tochterzelle gleichen Schritt haltend, immer mehr aus, indem die Dicke seiner Wand zugleich in dem Maasse abnimmt, als er selbst an Länge gewinnt.

Von den beiden jungen Tochterzellen (I. 4) steckt demnach nach ihrem vollendeten Wachsthum die untere fast ganz in der Scheide, deren Oeffnung man als eine die Tochterzelle umgreifende Linie leicht erkennt; die obere dagegen ist ganz aus der Scheide hervorgetreten und trägt an ihrem oberen Ende die emporgehobene Kappe. Der Zellstoffring ist zu einer bleibenden und vollständigen Hülle der oberen Tochterzelle umgewandelt, welche die allgemeine Hülle der Conferven vertritt, die freilich [illegible] Conferven

Von den abnormen Fällen und unwesentlicheren Erscheinungen, welche ich hier, um nicht zu sehr ins Specielle zu verfallen, vorsätzlich übergehen will und auch in den folgenden Abschnitten übergehen werde, muss ich dennoch den einen — da er zu Missdeutungen Veranlassung geben könnte — noch anführen, dass nämlich hin und wieder eine Zelle auch ohne vorherige Bildung eines Zellstoffringes in ihr und ohne vorhergegangene Theilung ihres Inhaltes aufbricht, und ihre jüngste Zellwandschicht sich verlängert. Dies findet sowohl bei Oedogonium als bei Bulbochaete statt, und diese Erscheinung scheint zu einer falschen Auffassung des Theilungsprocesses Veranlassung gegeben zu haben. Den aufmerksamen Beobachter kann sie jedoch nicht täuschen, da er bald wahrnimmt, dass in solchen Fällen niemals nachträglich eine Theilung erfolgt.

Der abnorme Fall endlich, dass eine Zelle sich in der gewöhnlichen Weise der Zelltheilung ohne Aufbrechen der Mutterzelle theilt, gehört bei Bulbochaete zu den grössten Seltenheiten

so müssten, wie aus einer kurzen Ueberlegung folgt, die Glieder einer mehrgliedrigen Kappe selbst wieder vollständige, in einander eingeschachtelte Kappen darstellen, was aber, wie bereits im Text hervorgehoben wurde und auch aus den nachfolgenden Thatsachen ersichtlich wird, nicht der Fall ist. — Man kann sich hiervon schon überzeugen, wenn man künstlich die oberen Glieder einer mehrgliedrigen Kappe abreisst (I. 26), dann sieht man deutlich, dass die einzelnen Glieder nur Ringstücke sind, da der äussere Contour jedes Gliedes sich nicht über die Spitze hinwegzieht. Uebrigens wird das Verhältniss des Zellstoffringes klar genug, wenn man eine grössere Anzahl von Species und die dabei auftretenden Verschiedenheiten im Verhalten des Zellstoffringes vergleichend ins Auge fasst. Es ist nämlich — wie ich dies in meiner angeführten Schrift dargestellt habe, man vergleiche auch die Figuren 3 Taf. I., 12 Taf. II. — unzweifelhaft, dass der Zellstoffring in gewissen Fällen nach dem Aufbrechen der Mutterzelle anfangs noch nicht vollständig an die Kappe sich anschliesst. Solche Fälle, die oft genug — wenn auch, wie ich dies selbst hervorgehoben habe, nicht immer — eintreten, erledigen die Frage von vorn herein. — Mohl erklärt zwar diese Angabe für entschieden falsch. Sie ist aber dessen ungeachtet richtig. Hierüber lässt sich nicht weiter streiten. Bei vielen Species ist ein Untereinandergreifen der Glieder einer Kappe auch später nicht sichtbar, und diese scheinen dann nur einfach an einander zu schliessen; bei anderen Species greifen jedoch die Glieder mehr oder weniger weit unter einander, und hierdurch wird die Erscheinung hervorgerufen, dass die Membran der Kappe nach oben immer mehr an Breite gewinnt; aber gerade dort sieht man deutlich, dass die Glieder nicht Kappen sind, denn man erkennt (I. 27), dass die Scheidewand zweier Zellen, von denen die untere eine gliederreiche Kappe trägt, niemals solche Scheidewände zweier benachbarter Zellen, welche keine Kappen tragen, an Dicke übertrifft, während doch, wenn die Glieder Kappen wären,

und kommt nur bei sehr alten Zellen vor; bei Oedogonium habe ich ihn niemals gesehen.

Das Wachsthum der Fäden.

Die Wachsthumsgeschichte der Conferven, so einfach der Bau dieser Gewächse immerhin ist, zeigt dennoch eine Mannichfaltigkeit der Typen, welche unser Interesse schon deshalb beansprucht, weil wir hier am leichtesten zu erkennen vermögen, dass äusserlich gleich gebildete Gestalten dennoch eine ganz verschiedene Entwickelungsgeschichte haben können. Bei genauer Untersuchung der Entwickelungsweise einfacher Zellreihen, wie sie die Conferven und mancherlei Theile complicirterer Gewächse darstellen, zeigt sich selbst bei ganz gleichem anatomischem Bau ein auffallender Unterschied in ihrem Wachsthum, je nachdem bei der Zelltheilung, durch

---

jene Scheidewand eine auffallende Dicke haben müsste. Dass aber diese Scheidewand durch eine öftere Theilung der unter ihr liegenden Zelle, wenn die durch die Theilung entstehenden Glieder Kappen wären, in der That sehr bemerkbar an Dicke zunehmen müsste, darauf weist gerade die bedeutende, nach oben immer zunehmende Dicke der Seitenwände mehrgliedriger Kappen bei diesen Species hin. — Alle diese Erscheinungen sprechen zur Genüge dafür, dass der Vorgang so ist, wie ich ihn im Text dargestellt habe, dass nämlich der von der Wand unabhängige Zellstoffring sich beim Aufbrechen der Mutterzelle zu einem Hüllcylinder umwandelt, welcher sich bei einigen Species einfach an die obere Kappe anschliesst, bald früher, bald später mit ihr verwachsend; bei anderen Species dagegen sich ein Stück weit unter die Kappe hinaufschiebt. Das Letztere ist der Fall bei denjenigen Species, welche eine Kappe mit nach oben an Dicke zunehmenden Seitenwänden besitzen.

Den Vorgang der Zelltheilung bei den Oedogonieen habe ich im Jahre 1852 entdeckt und sowohl damals wie auch später noch vor dem Erscheinen meiner Schrift und der Abhandlung von de Bary mehreren botanischen Freunden gezeigt und erklärt, auch in meinen Vorträgen über Algen an der Universität Berlin im Sommersemester 1853 öffentlich demonstrirt. Später hat de Bary in seiner wenige Wochen vor meinen Untersuchungen über die Pflanzenzellen gedruckten Abhandlung über die Oedogonieen gleichfalls das Aufbrechen der Mutterzelle beschrieben, und das Entstehen der Ringe bei den Oedogonieen davon abgeleitet. Er hat jedoch den Theilungsvorgang — ganz abgesehen von jeder Deutung — thatsächlich unrichtig geschildert, indem er die Existenz der Scheidewand vor dem Aufbrechen der Mutterzelle übersah und die Entstehung derselben an einen falschen Ort und in eine unrichtige Zeit versetzte; auch hat er sonderbarer Weise den Zellstoffring und das gleiche Verhalten während der Theilung bei den Bal[illegible] icht erkannt.

welche die Zellen des Fadens gebildet werden, die beiden entstehenden Tochterzellen gleichwerthig oder ungleichwerthig sind, d. h. je nachdem beiden Tochterzellen oder nur einer von beiden und welcher die Fähigkeit der Theilung, welche die Mutterzelle besass, erhalten bleibt.

Beispiele einer Fadenbildung durch eine Zelltheilung, bei welcher stets gleichwerthige Tochterzellen entstehen, liefern die Spirogyren und die Conferven im engeren Sinne, d. h. die Gattungen Conferva und Cladophora. Bei ihnen sind sämmtliche Zellen des Fadens als gleichwerthige Tochterzellen entstanden, und deshalb sind sämmtliche Zellen des Fadens auch wieder theilungsfähig. Die Vermehrung der vorhandenen Fadenzellen kann daher durch Theilung einer jeden Zelle des Fadens erfolgen. — Ein anderes Verhalten zeigen dagegen solche Zellreihen, welche einer Zelltheilung mit ungleichwerthigen Tochterzellen ihre Entstehung verdanken. Bei diesen sind nicht sämmtliche Zellen des Fadens theilungsfähig, sondern die Vermehrung der Zellen des Fadens ist — je nachdem es die obere oder untere Tochterzelle ist, welche die Theilungsfähigkeit der Mutterzelle bewahrt — entweder nur auf die Theilung der Endzelle oder die Theilung der Basalzelle des Fadens beschränkt. Solche Fäden erscheinen in ihrer Gestalt bereits bestimmter und nähern sich den complicirten Gestalten höherer Gewächse eben darin, dass sie in jener Zelle, welche allein sich zu theilen vermag, gerade wie jene complicirteren Gestalten, einen Vegetationspunkt — und zwar den möglichst einfachsten — besitzen, von welchem die Bildung des Gewebes ausgeht. Die Haare der höheren Gewächse, die Paraphysen der Cryptogamen, die Saftfäden der Fucaceen liefern Beispiele solchen begrenzten Wachsthums einfacher Zellreihen, und wir werden auch hier an den Fäden von Bulbochaete einen solchen Fall noch näher zu betrachten Gelegenheit haben.

Bei der Theilung der Oedogonium-Zellen entstehen, wie wir früher gesehen haben, jedesmal eine obere und eine untere Tochterzelle*), die sich schon anatomisch dadurch unterscheiden lassen,

*) Ich bemerke eines möglichen Missverständnisses wegen noch ausdrücklich, dass ich oben und unten bei dem ganzen Oedogonium-Faden, sowie an der einzelnen Zelle, bestimme, indem ich, von dem Fusspunkte des Fadens, also seiner Anheftungsstelle, ausgehend, die diesem zugekehrte Seite die untere, die abgewendete die obere nenne. Wobei es ganz gleichgültig ist, ob der Faden noch in seiner natürlichen Stellung dort angeheftet ist, wo die Sporenzelle, aus

dass die obere eine Kappe trägt, während die untere in einer Scheide steckt. Ein wesentlicherer Unterschied zwischen beiden liegt ferner darin, dass, während zwar beide wieder theilungsfähig sind — so lange wenigstens nur Vegetationszellen und noch nicht Fructificationszellen gebildet werden — doch die obere in ihrer Ausbildung und Entwickelung der unteren so sehr voraneilt, dass sie sich viel früher theilt als jene, und daher aus der oberen Tochterzelle schon mehrere, oft sogar viele Zellengenerationen entstanden sind, noch bevor ihre untere Schwesterzelle sich zum ersten Male getheilt hat. Berücksichtigt man nun ferner, dass bei der Theilung der oberen, d. h. der Kappenzelle, die Anzahl der Scheidenzellen um eine vermehrt wird, während die Anzahl der Kappenzellen nicht grösser wird, indem die neue Kappenzelle nur an die Stelle der älteren, in der Theilung eben aufgegangenen Kappenzelle tritt — was in umgekehrter Weise auch von der Theilung der Scheidenzellen gilt — so erkennt man bald, dass, weil ja die Kappenzelle sich immer früher, also öfter hinter einander, theilt als die gleichzeitig entstandene Scheidenzelle, offenbar die Anzahl der Scheidenzellen eines Fadens die Anzahl seiner Kappenzellen bei weitem übertreffen muss. Dies bedingt das auffallende, aber noch nirgends hervorgehobene Verhältniss im Bau der Oedogonium-Fäden, dass nämlich jeder Faden aus sehr vielen, in Scheiden steckenden Zellen besteht, zwischen welchen nur verhältnissmässig wenige Zellen mit Kappen eingestreut liegen. Eine aufmerksame und genaue Berücksichtigung dieses Umstandes würde es vielleicht möglich machen, die Arten dieser Gattung nach dem Verhältniss der Anzahl der Kappenzellen zu der Anzahl der Scheidenzellen zu unterscheiden, da sich hierin ein constanter, in den einzelnen Species verschieden grosser Wachsthumsunterschied der als Schwesterzellen entstehenden Zellen ausspricht.

Eine zweite, mehr in die Augen fallende Eigenthümlichkeit der Oedogonium-Fäden, welche auch in denjenigen Species, in welchen sie stärker hervortritt, schon die Aufmerksamkeit früherer Beobachter auf sich gezogen hat, wird gleichfalls durch ein besonderes Wachsthumsverhalten der oberen Tochterzellen hervorgerufen.

---

der er sich entwickelte, sich festgesetzt hat, oder bereits von seinem Standorte abgerissen ist, da ja durch das eigenthümliche Aufreissen der Mutterzelle an jeder einzelnen Zelle oben und unten scharf genug bezeichnet sind, indem bei den Kappenzellen das Ende, welches die Kappe trägt, das obere ist, bei den Scheidenzellen aber die Oeffnung der Scheide nach oben sieht.

Diese erreichen nämlich bei ihrer Verlängerung nicht ganz die Grösse ihrer Mutterzelle, werden dagegen aber etwas breiter. Dieser Umstand in Verbindung mit der raschen Aufeinanderfolge der Theilungen der stets neu gebildeten oberen Tochterzellen muss nothwendig jenen sonderbaren Bau vieler Oedogonium-Species hervorrufen, deren Fäden absatzweise nach oben an Dicke immer zunehmen, indem die Zellen des Absatzes nach oben immer breiter und zugleich kürzer werden. Am oberen Ende eines jeden Absatzes steht natürlich jedesmal eine Kappenzelle, oberhalb welcher der neue Absatz wieder mit einer viel schmäleren Scheidenzelle beginnt. Mit jeder Theilung einer Scheidenzelle wird ein neuer Absatz angelegt, welcher durch die Theilung seiner Kappenzelle rasch an Zellenanzahl zunehmend zwischen die vorhandenen Absätze sich einschiebt.

Die verästelten Fäden von Bulbochaete befolgen ein höchst regelmässiges und zugleich einfaches Wachsthumsgesetz, welches bisher nicht nur übersehen wurde, sondern sogar von Denjenigen, welche es sich zur Aufgabe machten, die Wachsthumsregel dieser Fäden zu studiren, so namentlich von de Bary, gänzlich missverstanden worden ist.

Aus der sich festsetzenden Bulbochaete-Spore entsteht zuerst auf dem gewöhnlichen Wege der Zellentheilung der Oedogonieen unter Bildung eines Zellstoffringes und Aufbrechen der Mutterzellhaut ein wenigzelliger Stammfaden, dessen Endzelle in einer Weise, die ich noch ausführlicher besprechen werde, zu einer fast inhaltsleeren Borstenzelle wird (II. 1—7). Die Bildung und Vermehrung der Zellen dieses Fadens ist aber ausschliesslich auf die Theilung der Basalzelle beschränkt; der Faden wird daher aus der Sporenzelle gleichsam hervorgeschoben, indem diese durch mehrmalige Theilung in eine obere und untere Tochterzelle zerfällt, von welchen die obere sich vorläufig nicht mehr theilt, während die untere, sich immer wieder theilend, sämmtliche über ihr stehende Zellen des Fadens bildet. — Deshalb giebt die Reihenfolge der Zellen des Fadens von oben nach unten zugleich die Zeitfolge ihres Entstehens an, und die Borstenzelle selbst, mit welcher der Faden endet, ist auch die älteste, zuerst aus der Spore erzeugte Fadenzelle. — Die Aeste des Stammfadens entstehen seitlich aus seinen Zellen ganz in derselben Weise, wie er selbst aus der Sporenzelle entstand. Die Zellen des Stammfadens, mit Ausnahme der untersten, aus deren wiederholter Theilung sämmtliche Zellen des Stammfadens

hervorgingen, theilen sich nämlich später nach Bildung eines Zellstoffringes in ihnen in eine obere und untere Tochterzelle: die obere erhebt sich aber nicht in der Richtung des Sprosses, dem sie angehört, die Anzahl seiner Zellen vermehrend, sondern sie durchbricht ihre Mutterzelle seitlich und erscheint neben der über ihrer Mutterzelle stehenden Sprosszelle hervortretend als Seitenspross des Stammfadens. Die Vermehrung der Zellen dieses Seitensprosses ist wieder auf die fortgesetzte Theilung eben jener Zelle des Hauptfadens beschränkt, durch deren erste Theilung der Seitenspross hervorgetreten war. Dies gilt von allen Sprossgenerationen ohne Ausnahme, so dass das Wachsthumsgesetz von Bulbochaete kurz ausgesprochen lautet: Das Wachsthum sämmtlicher Sprosse, so weit es auf Zellenvermehrung beruht, ist auf die Theilung ihrer Basalzelle beschränkt, wobei die Zellen eines jeden Sprosses zugleich als Basalzellen des auf ihnen stehenden Seitensprosses zu betrachten sind.

Mit dieser Zellvermehrungsregel verbinden sich noch zwei constante Eigenthümlichkeiten bei dem Wachsthum von Bulbochaete. Erstens ist, wie schon erwähnt, die oberste, also die zuerst aus der Basalzelle gebildete Zelle eines jeden Sprosses — auch der Seitensprosse — eine Borstenzelle, und zweitens wechseln die auf einanderfolgenden Generationen der Sprosse in der Richtung, in welcher sie aus ihrem Muttersprosse hervortreten, regelmässig ab, so dass also, wenn der Hauptspross seine Aeste rechts trägt, diese ihre Zweige wieder links, diese dann die ihrigen wieder rechts tragen u. s. w., und eben hierdurch wird der höchst bestimmte und zugleich zierliche Wuchs dieser Pflanzen veranlasst.

Die angegebenen Wachsthumserscheinungen in Verbindung mit dem eigenthümlichen Modus der Zellentheilung bedingen Verhältnisse im anatomischen Bau, die hier noch kurz besprochen werden sollen, da in ihnen, auch ohne jedes weitere Studium der Entwickelung, schon an sich der Beweis für die Richtigkeit meiner Auffassung des Wachsthums liegt. Auch wird durch die Darstellung der Beziehungen zwischen Wachsthum und anatomischem Bau die Wachsthumsgeschichte selbst anschaulicher werden.

Verfolgen wir zuerst schrittweise die Bildung eines Stammsprosses. Nachdem die Spore sich festgesetzt hat, sammelt sich eine farblose Masse in ihrer Spitze an (II. 1), welche sich bald von dem grünen Inhalte der Spore scharf scheidet und als eine farblose obere Zelle zu erkennen giebt. Nun bricht die Mutterzelle

auf, indem jene farblose Zelle sich dehnt, oben etwas zuspitzt und ihre Spitze bald in ein langes, nach oben verschmälertes Haar verlängert (II. 2, 3). Dies ist die Bildung der ersten Borste, welche zur Endzelle des Hauptsprosses wird. Bei dem Aufbrechen der Mutterzelle in Folge der Entwickelung der Borste wird aber die Kappe nicht, wie bei den Oedogonieen, mit in die Höhe gehoben, sondern sie klappt deckelartig auf und bleibt meist noch sehr lange an der Oeffnung der von dem unteren Theile der Mutterzellhaut herrührenden Scheide seitlich haften (II. 4, 6b; VI. 11d, e, f), während diese als Bedeckung der unteren Tochterzelle ersten Grades zurückbleibt, welche nun die aufgebrochene Sporenzelle ausfüllt. — Nach der Bildung der Borste entsteht unterhalb ihrer Scheidewand ein Zellstoffring (II. 4), und die untere Tochterzelle ersten Grades theilt sich nun ihrerseits in eine obere und eine untere Tochterzelle, von welchen die untere wiederum an die Stelle der Mutterzelle tritt, aber nun schon in zwei Scheiden steckt, während die obere Tochterzelle aus der Mutterzelle hervortretend die vorher gebildete Borste mit in die Höhe hebt. Indem dieser Vorgang sich mehrmals stets in der unteren Tochterzelle wiederholt (II. 5), wird der mehrzellige Hauptspross gebildet. Sein anatomischer Bau ist nun folgender: Alle seine Zellen, mit Ausnahme der untersten, tragen, da sie sämmtlich als obere Tochterzellen bei der Theilung entstanden, eine eingliedrige Kappe, hiervon macht blos die Borstenzelle noch eine Ausnahme, bei deren Bildung die Kappe nicht in die Höhe gehoben, sondern seitlich weggedrückt wurde. Die unterste Zelle des Hauptsprosses, durch deren wiederholte Theilung seine sämmtlichen Zellen gebildet wurden, steckt natürlich in so vielen Scheiden, als der Spross ausser ihr Zellen zählt.

Die Bildung der Seitensprosse aus den Zellen des Hauptsprosses beginnt, wie der Hauptspross selbst, mit der Entstehung einer Borste, welche eben nur die erstgebildete und später oberste Zelle des Seitensprosses wird. — Schief unterhalb des oberen Endes einer Zelle des Hauptsprosses, neben der Basalfläche der über ihr stehenden Zelle sammelt sich eine farblose Masse, welche sich gegen den grünen Inhalt scharf absetzend eine obere Tochterzelle bildet (II. 7b), durch deren Ausdehnung zur Borste (II. 8d) ihre Mutterzelle, die Zelle des Hauptsprosses, in einem etwas schiefen Riss gesprengt wird. Aus diesem Riss tritt die Zwiebel der gebildeten Borste etwas hervor. Sie hebt nicht etwa einen Theil der geborstenen Wand der Mutterzelle mit in die Höhe, sondern

dringt nur zwischen den beiden aufklappenden Lippen des Risses hindurch, welche noch später die Borste gleichsam bekleidend umgeben (II. 6d, 7d, 10b, d). Bei der Bildung der Borste findet, wie man sieht, eine bemerkenswerthe Abweichung von der gewöhnlichen Zelltheilung von Oedogonium und Bulbochaete statt. Es fehlt der Zellstoffring. In Folge davon fehlt auch die aus dem Zellstoffring entstehende Hüllmembran, welche in anderen Fällen Kappe und Scheide der aufgebrochenen Mutterzelle wieder verbindet, deshalb sieht man die Kappe auch bei der Bildung der Borste des Stammsprosses seitwärts abfallen; bei der Bildung der Borste der Seitensprosse entsteht aber überhaupt gar keine Kappe.

Nach Bildung der Borste entsteht wieder in der gewöhnlichen Weise der Zelltheilung dieser Gattung ein Zellstoffring unterhalb derjenigen Scheidewand, welche die Borste von ihrer Schwesterzelle trennt (II. 10o, p), und diese theilt sich durch eine etwa in der Mitte liegende Wand in eine obere und eine untere Tochterzelle, von denen die letztere bald durch Ausdehnung die Stelle ihrer Mutterzelle einnimmt, während die obere Tochterzelle seitlich aus dieser hervorgeschoben wird, die erstgebildete Borste mit sich in die Höhe hebend. Die beiden Lippen des ursprünglichen Risses der Mutterzelle umgeben nun die Basis dieser ersten grünen Zelle des Seitensprosses (man vergleiche Fig. 11, 12, 13i und Fig. 10l, 13l u. r und die Figurenerklärung). Indem derselbe Vorgang sich wieder mehrmals immer in der die Stelle der Mutterzelle einnehmenden unteren Tochterzelle wiederholt, werden alle die Zellen gebildet, aus welchen der Seitenspross nach seiner völligen Ausbildung besteht.

Da diese Bildungsgeschichte des Seitensprosses für alle Sprossgenerationen dieselbe ist, so tragen sämmtliche Zellen von Bulbochaete, mit Ausnahme der Endborsten und der einzigen aus der Spore entstandenen Wurzelzelle, eine eingliedrige Kappe, denn jede Zelle ist einmal als obere Tochterzelle aus der Basalzelle des Sprosses, zu dem sie gehört, entstanden. Ferner sind aber auch alle diejenigen Zellen, welche mehrzellige Seitensprosse tragen, von einer mehrgliedrigen Scheide umgeben. Dagegen können natürlich niemals bei Bulbochaete Zellen mit vielgliedrigen Kappen vorkommen, da eine obere Tochterzelle niemals in derselben Richtung sich wieder theilt, in welcher ihre Mutterzelle sich getheilt hat. Jeder Seitenspross endlich, gleichgültig, ob er erst einzellig als eine seitliche Borste erscheint, oder ob er schon mehrzellig ist, wird dort,

wo er aus seinem Muttersspross hervortritt, von den beiden Lippen des ersten Risses seiner Basalzelle umgeben. Hierdurch wird es leicht, sich in der scheinbaren Regellosigkeit der Verästelung von Bulbochaete zurecht zu finden. Jede Borste oder grüne Zelle, welche auf eine andere Zelle folgt, steht zu dieser in dem Verhältnisse eines Seitensprosses, wenn sie an ihrer Basis von einer kleinen, stets deutlichen, zweitheiligen Scheide umgeben ist, denn diese verdankt ihre Entstehung den beiden Lippen des bei Bildung des Seitensprosses erfolgten Risses der Mutterzellhaut. Dagegen ist eine Borste oder Zelle die unmittelbare Fortsetzung einer unter ihr stehenden Zelle, d. h. sie gehört demselben Sprosse an wie jene, wenn sie mit ihr durch eine — öfters freilich nur mit Mühe erkennbare — Kappe verbunden ist. Erleichtert wird die Orientirung noch durch den Umstand, dass sämmtliche Sprosse eines Muttersprosses einseitswendig sind, und zweitens dadurch, dass, eben weil die obersten Zellen eines Sprosses zugleich die ältesten sind, auch die obersten Seitensprosse jedes Muttersprosses immer entwickelter und in der Ausbildung vorgeschrittener sind als die unteren. Meist bleiben die aus den unteren Zellen eines Sprosses hervorwachsenden Seitensprosse sogar auf einer sehr niedrigen Stufe ihrer Entwickelung stehen, indem sie es nicht weiter als bis zur Bildung der Borste bringen, welche dann allein den Seitenspross darstellt. Gewöhnlich sind es nur die obersten vier bis fünf Seitensprosse, welche zu mehrzelligen und vollständigen Sprossen sich entwickeln*).

---

*) Die im Text gegebene Darstellung von dem Wachsthum von Oedogonium und Bulbochaete, zu deren besserem Verständnisse ich die dazu gehörigen Abbildungen und deren Erklärung zu vergleichen bitte, weicht von den Vorstellungen früherer Beobachter über diese Verhältnisse ab. So hat Röse in einer kurzen Notiz (Hedwigia 1852 No. I.) und de Bary in einer längeren Auseinandersetzung (Abhandlgn. der Senkenbergischen Gesellschaft. Frankfurt a. M. 1854. Bd. 1: „Die Algengattungen Oedogonium und Bulbochaete.") eine ganz abweichende Darstellung des Wachsthums gegeben. Beiden gelang es nicht, eine Einsicht in die Bildungserscheinungen der Fäden von Bulbochaete zu gewinnen. In Folge davon fassten sie auch den Bau und die Verästelung dieser Pflanzen entschieden falsch auf; geben z. B. an, dass die Verzweigung von Bulbochaete eine gabelige sei u. s. w. Röse hat jedoch einige Thatsachen — so die Entstehung einer neuen vegetativen Zelle unter der jüngeren Borste einer zwei Borsten tragenden älteren Zelle — richtig beschrieben, während in der Abhandlung von de Bary ausser der Erkenntniss des Zusammenhanges auch noch eine naturgetreue Darstellung der Thatsachen vermisst wird.

Es ist nicht überflüssig, zu erwähnen, dass die Endborsten älterer Sprosse später gewöhnlich abfallen, da hierdurch leicht der Irrthum entstehen könnte, als ob es Sprosse geben würde, die gar nicht mit einer Borstenzelle endeten. Auch junge Borsten, die noch ganz allein den Seitenspross bilden, werden — freilich seltener — abgeworfen, und dies geschieht meist in Folge der Entwickelung einer zweiten Borste unterhalb der ersten (II. 9); eine Erscheinung, die als einer der seltenen Fälle wirklicher Reproduction abgeworfener Theile bei Pflanzen eine besondere Beachtung verdient.

Bau und Bildung der Schwärmsporen.

Die einzige Art ungeschlechtlicher Vermehrung, welche bei den Oedogonieen bekannt ist, wird durch Schwärmsporen vermittelt. Ihre Entstehung und ihr Baù ist von allen Bildungsvorgängen dieser Gewächse Dank den Bemühungen von Thuret*) und Al. Braun**) am gründlichsten gekannt. Die späteren Beobachter haben nichts Neues hinzuzufügen vermocht. Ich werde mich deshalb bei diesen bekannteren Verhältnissen auch kürzer fassen dürfen und nur diejenigen Punkte ausführlicher hervorheben, welche bisher unberücksichtigt gebliebên sind.

In den Zellen von Oedogonium und Bulbochaete entsteht aus ihrem ganzen Inhalt je eine einzige, an ihrem hellen Vorderende

---

Die Beweise für meine Auffassung liegen in den im Text angegebenen Thatsachen, und wer die Natur befragen will und die anatomischen Verhältnisse, auf die ich aufmerksam gemacht habe, mit meiner und der Darstellung de Bary's vergleichen wird, wird sich von der Wahrheit meines Ausspruches und der Gerechtigkeit meines Urtheils bald überzeugen. Auch ist bei den kleineren Species (VI. 9, 10), so namentlich bei Bulbochaete pygmaea, das von mir angegebene Verzweigungsverhältniss, welches für die ganze Gattung Geltung hat, so ausgeprägt, dass es auch ohne tieferes Eingehen auf die Entwickelungsgeschichte sogleich auffallen muss. Uebrigens werde ich bei einigen wichtigeren morphologischen Verhältnissen der abweichenden Angaben de Bary's noch besonders gedenken.

Ich darf jedoch nicht unerwähnt lassen, dass eine einzige Species von Bulbochaete (Bulb. anomala) insofern von der von mir angegebenen Wachsthumsweise der Gattung abweicht, als bei ihr nicht blos die Basalzelle, sondern auch die anderen Zellen der Aeste in der Richtung ihrer Mutterzelle theilungsfähig sind.

*) Ann. d. sc. nat. 1843. Page 266. — **) Verjüngung S. 173.

mit einem Wimperkranze versehene Schwärmspore. Sie wird aus ihrer Mutterzelle frei, indem diese, ähnlich wie bei der Theilung, in zwei ungleiche Theile spaltet, von welchen der obere, kleinere deckelartig aufklappt oder auch ganz abgeworfen wird, während die im Innern erzeugte Schwärmspore langsam hervortretend sich zu bewegen beginnt. Sie ist nach ihrem völligen Hervortreten noch von einer weiten und hellen Blase umgeben, welche ihr augenblickliches Entweichen verhindert; erst nachdem auch diese Blase durchbrochen ist, eilt die Schwärmspore in rascher, drehender Bewegung davon, setzt sich bald darauf irgendwo fest und bringt unmittelbar keimend eine neue Pflanze hervor. Während ihres Hervortretens aus der Mutterzelle und auch noch nachher, während ihrer Bewegung, besitzt die Schwärmspore noch keine starre, anliegende Membran, denn sie zieht sich, wie Al. Braun nachgewiesen hat, unter Einfluss von contrahirenden Reagentien im Ganzen zusammen, ohne dass eine vom Inhalt sich ablösende Membran an ihrer früheren Umgrenzung zurückbleibt.

Diesen bekannten Erscheinungen kann ich einige auf die Bildungsgeschichte der Spore innerhalb der Mutterzelle bezügliche Thatsachen hinzufügen.

Der Anfang der Schwärmsporenbildung macht sich dem Beobachter zuerst durch das Zurücktreten des Inhalts von den Ecken der Mutterzelle bemerkbar (I. 5, 10).[1] Hierdurch beginnt der Inhalt, an den Ecken sich abrundend, eine ihm eigenthümliche Gestalt anzunehmen und zieht sich nach und nach auch längs der Seitenwände mehr oder weniger deutlich von der Mutterzellhaut zurück. Zugleich tritt seitlich an der Wand der Mutterzelle, etwa in der halben Höhe derselben, eine an Umfang rasch zunehmende, farblose Masse auf (I. 5a, b, 10a), welche eine entfernte Aehnlichkeit mit einem Cytoblasten besitzt. Diese Masse giebt sich bald als die künftige vordere Stelle, die sogenannte Mundstelle, der Schwärmspore zu erkennen. Nicht blos dadurch, dass beim Heraustreten der Spore, sobald jene farblose Masse die Oeffnung der Mutterzelle erreicht hat (I. 11a, 13, 14, 15), durch die beginnende Schwingung der Cilien und bei der Drehung und Lagenveränderung der Schwärmspore ihre Identität mit der Mundstelle unmittelbar sichtbar wird, sondern auch dadurch, dass es möglich wird, schon innerhalb der noch unaufgebrochenen Mutterzelle die Cilien in unmittelbarer Verbindung mit jener seitlichen Masse nachzuweisen (I. 6, 7). Wird nämlich die Mutterzelle der Schwärmspore

in jenem Zustande, in welchem die seitliche, farblose Masse bereits vorhanden ist, mit schwachen Reagentien vorsichtig behandelt, so schrumpft, besonders deutlich in den Oedogonien mit längeren Zellen, der Inhalt nicht so, wie man früher gewöhnt war, das Zusammenfallen des sogenannten Primordialschlauches unter Einfluss von Reagentien darzustellen, zusammen, sondern er zieht sich in der von mir geschilderten Weise von der Wand zurück (I. 6, 7), indem er noch hier und da durch schmale, mehr oder weniger spitz ausgezogene Schleimfäden mit ihr in Verbindung bleibt. Die seitliche Masse tritt hierbei aber bei allen Oedogonium- und Bulbochaete-Species schon ganz mit der Gestalt der künftigen Mundstelle auf, und man erblickt bereits die fertigen Cilien ringsherum an ihr befestigt. Der Inhalt der Mutterzelle hat — wie man wenigstens bei den Oedogonien mit längeren Zellen bestimmt sieht — obgleich die wesentlichen Theile der Schwärmspore bereits gebildet sind, abgesehen von der Mundstelle und den Cilien, an seinem übrigen Umfange noch keine bestimmtere Umgrenzung erhalten, denn er zeigt bei Anwendung von Reagentien dieselben Erscheinungen, welche auch im gewöhnlichen Zustande der Oedogonium- und Bulbochaete-Zellen unter Einfluss von Reagentien eintreten. Bald darauf öffnet sich nichtsdestoweniger die Mutterzelle, und die Schwärmspore tritt in der angegebenen Weise heraus. Während ihres Hervortretens sieht man aber etwa wenn sie mit dem halben Körper hervorgetreten ist — je nach der Species, die man untersucht, bald mehr, bald weniger deutlich — plötzlich eine dünne, aber scharf umschriebene Membran sich von ihrem Umfange abheben.

Dies geschieht in folgender Weise: Zuerst bemerkt man den Umfang der Spore immer schärfer werden; endlich bildet er überall eine bestimmter gezeichnete, ununterbrochene Linie, welche nicht mehr wie früher ein körniges Aussehen hat. Jetzt hebt sich, sobald die Spore etwa halb hervorgetreten ist, an ihrem vorderen Theile, mit welchem sie bereits aus der Oeffnung der Mutterzelle heraussieht (I. 11a), eine dünne Membran von ihr ab — wahrscheinlich durch Wasseraufnahme. Je mehr die Spore aber hervortritt, desto weiter hebt sich die an ihrem Umfange gebildete Membran von ihr blasenartig ab. Bei einigen Species, wie bei Bulbochaete setigera (I. 11a), beginnt das Abheben der Haut von ihrem Umfange, wie eben geschildert, an ihrem vorderen, der umgebenden Flüssigkeit unmittelbar ausgesetzten Ende; bei anderen Species

dagegen (I. 23) beginnt das Abheben gleichzeitig am vorderen und hinteren noch in der Mutterzelle steckenden Ende, wodurch die genauere Beobachtung der Bildungsweise sehr erleichtert wird.

Diese Membran wird zu der anfangs noch enger anliegenden, dann rasch sich erweiternden Blase, in welcher die Spore nach ihrem völligen Heraustreten liegt (I. 11b, 24). Vor dem Aufbrechen ist innerhalb der Mutterzelle an dem Umfange der bereits vorgebildeten Spore durch keine Mittel irgend eine Spur dieser Blase zu entdecken. Sie entsteht — so viel ist gewiss — während des Heraustretens der Schwärmsporen. Wie diese plötzliche Bildung einer Zellstoffhaut — denn die Blase lässt sich, wenigstens später in den meisten Fällen, leicht durch die bekannten Mittel blau färben — von einer vorurtheilslosen Auffassung des Zellenlebens aus zu erklären ist, hierüber mehr an einem anderen Orte, wo ich diesen Fall zugleich mit einigen anderen, ähnlichen Fällen, die für meine Ansicht von der Zellhautbildung und gegen die Absonderungstheorie des Primordialschlauches zeugen, besprechen werde.

Die angeführten Erscheinungen, welche die Bildung der Schwärmspore innerhalb der Mutterzelle einleiten, waren bisher unbekannt, ebenso die Entstehung der Blase, denn die Angabe von de Bary, dass eine innerhalb der Mutterzelle von dem Primordialschlauche ausgeschiedene Masse den zur Spore umgebildeten Inhalt von der Wand wegdrückt, und dass diese Masse zugleich mit der Spore austretend zu der die Schwärmspore umgebenden Hülle wird, ist rein aus der Luft gegriffen. Diese von de Bary supponirte Masse existirt nicht, und die Blase, welche die ausgetretene Spore umhüllt — und die übrigens auch nicht eine compacte Gallerthülle, sondern eine dünnwandige, aus Zellstoff bestehende Blase ist — hat, wie im Obigen gezeigt wurde, eine ganz andere Entstehung.

Die Aehnlichkeit der schon in der ungeöffneten Mutterzelle vorhandenen Mundstelle der Schwärmspore mit einem Cytoblasten, welche noch durch ihre seitliche und wandständige Lage unterstützt wird, könnte der Vermuthung Raum geben, dass die Mundstelle der Schwärmspore einer Umwandlung des Cytoblasten der Mutterzelle ihre Entstehung verdankt. Diese Vermuthung ergiebt sich jedoch als falsch, sobald man die Schwärmsporenbildung in solchen Zellen untersucht, welche einen verhältnissmässig geringen Körnergehalt besitzen, denn in ihnen sieht man den in vollkörni-

geren Zellen verdeckten Cytoblasten deutlich neben der vorhandenen Mundstelle oder in einiger Entfernung von ihr liegen (I. 5a, b). Auch in den Schwärmsporen, welche aus diesen inhaltsärmeren Zellen heraustreten, und daher selbst nur sehr wenig körnigen Inhalt besitzen, erkennt man den Cytoblasten deutlich in seiner den Oedogonieen eigenthümlichen Gestalt und wandständigen Lage (I. 8). Es ist dies, soviel ich weiss, der einzige bekannte Fall, in welchem es bisher möglich war, einen unzweifelhaften Cytoblasten bei Schwärmsporen nachzuweisen. —

Bau und Bildung der Geschlechtsorgane.

1. Die Oogonien.

Der Bau der weiblichen Geschlechtsorgane ist bei mehreren Algenfamilien, namentlich bei einigen Familien der sogenannten Süsswasser-Algen, so bei Vaucherieen, Chaetophoreen und den uns hier beschäftigenden Oedogonieen auf die möglichst einfachste Form, auf die der einzelnen Zelle zurückgeführt.

Die Zellen, welche zu den Oogonien, den weiblichen Geschlechtsorganen, werden, unterscheiden sich bei den Oedogonieen in Entstehung und Bau nur wenig von den gewöhnlichen vegetativen Zellen der Pflanze. Es sind jene meist angeschwollenen Zellen, welche bei Oedogonium innerhalb der Reihe der vegetativen Zellen des Fadens liegen, bei Bulbochaete scheinbar seitlich am Faden stehen und schon von den ersten Beobachtern dieser Gewächse für die Samenzellen gehalten wurden. Von wesentlicher Bedeutung bei ihrer Bildung ist nur, dass es stets eine obere Tochterzelle ist, welche zum Oogonium wird, und dass diese die unterscheidenden Merkmale, welche das Oogonium charakterisiren, schon bei der Theilung der Mutterzelle, welcher sie ihre Entstehung verdankt, annimmt, so dass also die Oogonien nicht etwa — wie man dieses sich früher vorgestellt haben mag — durch einfache Vergrösserung und Anschwellung bereits fertiger vegetativer Zellen entstehen, sondern gleich als solche bei der Theilung ihrer Mutterzelle angelegt werden. Es muss deshalb der Bildung eines Oogonium jedesmal die Theilung einer vegetativen Zelle unmittelbar vorhergehen. Diese theilt sich (III. 1, 2, 3, 4) in der gewöhnlichen Weise der Theilung der Oedogonium-Zellen, aber die obere Tochterzelle nimmt, indem sie nach dem [illegible] der

Mutterzelle hervortritt, sogleich die der bestimmten Species angehörige Gestalt des Oogonium an.

Für die Gattung Oedogonium lässt sich kaum noch etwas über die Entwickelung der Oogonien hinzufügen; die Verschiedenheiten im Bau und in der Anordnung, welche die einzelnen Species dieser Gattung zeigen, rühren nur von untergeordneten Modificationen des angegebenen Bildungsgesetzes her.

Wenn bei der Theilung der Mutterzelle, sobald ein Oogonium gebildet werden soll, die Scheidewand — wie dies bei einigen Species der Gattung der Fall ist — sehr tief in der Nähe der Basis der Mutterzelle sich bildet (III. 1), dann erhält die zum Oogonium werdende obere Tochterzelle fast den ganzen Inhalt ihrer Mutterzelle und erscheint gleich nach ihrer Bildung reich an körnigem Inhalt, während ihre Schwesterzelle, die untere Tochterzelle, — die ich in Bezug auf das Oogonium als Stützzelle bezeichnen will — nach ihrer völligen Ausdehnung, durch welche sie rasch die Grösse der Mutterzelle erreicht, fast leer erscheint, indem sie (III. 6; V. 2, 6) ausser dem deutlich sichtbaren Cytoblasten nur wenig Protoplasma und gar keine oder nur verhältnissmässig wenige Chlorophyllkörner enthält. Diese leeren Stützzellen der Oogonien haben zur Vermuthung einer Copulation der Fruchtzelle und Stützzelle und eines Ueberganges des Inhalts der letzteren in die erstere nach Art der Copulation der Spirogyren geführt, eine Vermuthung, welche schon von Le Clerc*) und Al. Braun**) durch den einfachen Hinweis auf diejenigen Species der Gattung, deren Stützzelle der Oogonien reich an Inhalt ist, widerlegt worden ist und es ist leicht begreiflich, dass es nur von dem höheren oder tieferen Auftreten der Scheidewand in der Mutterzelle abhängt, ob die Stützzelle nach dem Hervortreten des Oogonium mehr oder weniger Inhalt enthält.

Da alle Oogonien, wie aus ihrer Bildungsgeschichte hervorgeht, als obere Tochterzellen entstanden sind, so tragen sie auch alle an ihren oberen Enden eine Kappe (III. 1—7; V.), deren Gliederanzahl von der Beschaffenheit ihrer Mutterzelle abhängig ist. Eine unmittelbare Folge des Bildungsgesetzes der Oogonien ist ferner, dass wenn mehrere unmittelbar auf einmal folgen (V. 3, 4, 8), sie auch in der Reihe von oben nach unten zeitlich nach

*) Mémoires du Muséum 1817 p. 465—66.

**) Verjüngung S. 321.

einander entstanden sind. Denn bei der Theilung einer Stützzelle eines bereits vorhandenen Oogonium in ein neues Oogonium und eine neue Stützzelle tritt das neugebildete Oogonium unmittelbar unter das bereits vorhandene, während wenn die über einem Oogonium stehende vegetative Zelle durch ihre Theilung ein Oogonium bildet, das neugebildete Oogonium zwar oberhalb des alten zu stehen kommt, aber nicht unmittelbar über demselben, indem die neugebildete Stützzelle nun zwischen beiden steht. — Der dritte denkbare Fall, dass ein gebildetes Oogonium sich selbst theilend ein neues Oogonium über sich erzeugt, tritt niemals ein, obwohl wie wir später sehen werden, unter bestimmten, abnormen Bedingungen eine Theilung eines bereits gebildeten Oogonium noch möglich ist. Da nun die Theilung der Zellen, namentlich der Mutterzellen der Oogonien, meist erst eintritt, nachdem sie sich stark mit Inhalt erfüllt haben, so muss natürlich zwischen der Bildung der an Inhalt armen Stützzellen und ihrer spätern Theilung ein grösserer Zeitraum verstreichen, während diejenigen Stützzellen, welchen bei der Theilung ihrer Mutterzellen mehr Inhalt zufiel, sich auch wieder viel früher selbst theilen werden. Deshalb findet man nun bei denjenigen Species von Oedogonium, bei welchen die Scheidewand in den Mutterzellen der Oogonien höher, etwa in der Mitte, auftritt, die Oogonien in grösserer Anzahl (3, 4—6) unmittelbar hinter einander, während sie bei denjenigen Species, bei welchen die Scheidewand in der Mutterzelle der Oogonien tiefer unten in der Nähe der Basis auftritt, meist nur einzeln zwischen den vegetativen Zellen liegen, oder doch nur in geringerer Anzahl auf einander folgen (man vgl. Taf. V.).

Nicht ganz so einfach erfolgt die Bildung der Oogonien in der Gattung Bulbochaete. Die Zweige der Bulbochaete-Pflänzchen, welche zu Fruchtzweigen werden, entstehen Anfangs ganz in derselben Weise wie die anderen Aeste, indem die erste Zelle, wie bei diesen, zu einer Borstenzelle wird, die sich ebenso, wie die späteren Zellen des Fruchtastes, aus der zur Basalzelle des Fruchtastes gewordenen Zelle des Mutterastes hervorschiebt. Jeder Fruchtast trägt daher, wie die gewöhnlichen vegetativen Aeste, an seiner Spitze eine Borste. Die Anzahl der Zellen des Fruchtastes ist in den einzelnen Species sehr verschieden; in einigen wird die unmittelbar auf die Borste folgende Zelle, also die zweitgebildete des Fruchtastes, schon zum Oogonium, und da mit der Bildung des Oogonium, wie wir bald sehen werden, normal die

Zellvermehrung des Fruchtastes beendet ist, so besteht in diesen Species der Fruchtast nur aus zwei Zellen, der Borste und dem Oogonium, z. B. bei Bulb. crassa (VI. 2b); in anderen Fällen folgen auf die Borste erst eine oder mehrere andere Zellen, und zwar sind diese Zellen dann bald gewöhnliche vegetative Zellen, bald aber sind es die Bildungszellen des männlichen Geschlechtsapparates; in diesen Species besteht der Fruchtast also aus mehreren Zellen (VI. 1b, 5, 7, 9, 10c); immer aber ist seine unterste Zelle — diejenige, welche zuletzt aus der Zelle des Stammsprosses hervorgetreten ist — das Oogonium, und die Verschiedenheit der Fruchtäste besteht also nur darin, dass das Oogonium das eine Mal unmittelbar auf die Endborste folgt, das andere Mal aber noch eine oder mehrere vegetative oder männliche Geschlechtszellen zwischen der Endborste und dem Oogonium stehen.

Die Bildung des Oogonium ist nun aber stets dieselbe, gleichgültig, ob über und also zeitlich vor ihr blos eine Borste oder noch andere Zellen aus der Zelle des Muttersprosses erzeugt worden sind. Bei der Bildung des Oogonium entsteht zuerst, wie bei der Bildung jeder anderen vegetativen Zelle eines Seitensprosses und wie bei der Bildung der Oogonien von Oedogonium, in der Zelle des Muttersprosses die Ansammlung eines Zellstoffringes und eine Scheidewand. Bald darauf bricht die Mutterzelle auf, die obere Tochterzelle tritt in der gewöhnlichen Weise hervor, nimmt jedoch sogleich, soweit sie aus der Mutterzelle hervortritt, eine etwas angeschwollene Gestalt an (III. 9.). Aber die Scheidewand zwischen der oberen und unteren Tochterzelle rückt bei allen Bulbochaete-Species. mit kugeligem Oogonium und kugeliger Oospore nicht bis an die Aufbruchstelle der Mutterzelle hinauf, sondern bleibt entweder auf der Stelle, wo sie entstand, stehen oder rückt nur sehr wenig in die Höhe (III. 9b, 10, 11c); nur bei den Bulbochaete-Species mit ovalem Oogonium und ovaler Oospore (III. 16—19) rückt die Scheidewand weiter hinauf bis fast in die Höhe des Risses der Mutterzelle. Die hervorgetretene obere Tochterzelle besteht deshalb aus einem ausserhalb der Mutterzelle befindlichen, fast kugeligen (III. 9a) und einem noch in der Mutterzelle steckenden, cylindrischen Theile (III. 9b). Es wird aber nicht — wie es de Bary beschreibt und wie es bei Oedogonium der Fall ist — der aus der Mutterzelle hervorstehende kugelige Theil der oberen Tochterzelle jetzt unmittelbar zum Oogonium, sondern in ihm, den ich als primäres Oogonium bezeichnen will, entsteht abermals

ein Zellstoffring (III. 10) und eine neue Scheidewand (III. 14), und zwar entsteht letztere hier fast unmittelbar über der ersten Scheidewand. Jetzt bricht das primäre Oogonium nochmals auf, und die neue Scheidewand rückt, indem sie den ganzen Inhalt in die kugelige Anschwellung hineintreibt (III. 11, 15), bis zu der Stelle hin, wo der cylindrische Theil der früheren Zelle in den kugeligen überging; zugleich dehnt sich der Zellstoffring in der gewöhnlichen Weise über das an Umfang noch grösser gewordene Oogonium aus. In der zweiten unteren Tochterzelle, welche nun den Raum zwischen der ersten Scheidewand und der Basis des jetzt vollendeten Oogonium einnimmt, bleibt — weil ja die zweite Scheidewand so tief unten, fast unmittelbar über der ersten, entstand — fast gar kein Inhalt zurück, nur der grosse Cytoblast ist immer deutlich in ihr erkennbar (III. 11—15). So geht also jedes Oogonium von Bulbochaete aus einer doppelten Theilung, einem doppelten Aufbrechen der Mutterzelle hervor, und man kann daher es so ausdrücken, dass derselbe Vorgang, durch welchen in der Gattung Oedogonium die Oogonien entstehen — eine nur wenig modificirte Zelltheilung — bei der Bildung jedes Oogonium in der Gattung Bulbochaete zwei Mal hinter einander eintreten muss.

Die geschilderte Entwickelungsweise kann ich mit Bestimmtheit nur für die Species mit kugeligen Oogonien und Oosporen angeben; in den Species mit ovalen Oogonien und Oosporen konnte ich die Bildung der zweiten Scheidewand nicht beobachten, kann daher ihre Existenz nicht mit Sicherheit behaupten; gewiss ist nur, dass die Ansammlung des Zellstoffringes und das Aufbrechen der gebildeten ersten oberen Tochterzelle auch hier zum zweiten Male stattfindet. Eine Folge dieses doppelten Aufbrechens, welches bei der Bildung der Oogonien von Bulbochaete eintritt, macht sich in dem anatomischen Bau der Oogonien sogleich bemerkbar, diese stecken nämlich regelmässig in einer verschieden weit reichenden Scheide und tragen eine dieser Scheide entsprechende grosse, zweigliedrige Kappe (III. 11, 13, 15, 17, 18, 19; VI. 1, 2, 3, 5, 6), deren zweites Glied gewöhnlich sehr gross ist, weil bei dem zweiten Aufbrechen die Mutterzelle in zwei fast gleiche Theile zersprengt wird.

Weder die erste untere Tochterzelle, welche bald mehr, bald weniger gefüllt erscheint, je nachdem die erste Scheidewand ursprünglich höher oder tiefer entstanden war, noch auch die zweite untere Tochterzelle, welche stets fast ganz leer erscheint, theilt sich

später nach der Bildung des Oogonium noch ein Mal, so dass also die Oogonien bei Bulbochaete stets die untersten Zellen der Fruchtäste sind, wenn wir nämlich von der Zelle des Muttersprosses, aus welcher der Fruchtast hervorgehoben wurde, absehen, die ja eigentlich als die wahre Basalzelle des Fruchtastes angesehen werden muss, ebenso wie die keimende Spore die Basalzelle des aus ihr hervorgehobenen Stammsprosses ist.

2. Die Antheridien.

Der männliche Geschlechtsapparat, das Antheridium, der Oedogonieen wird von einer oder mehreren übereinanderstehenden Zellen, den Antheridiumzellen, gebildet. Diese unterscheiden sich durch ihre geringere Länge und ihren weniger chlorophyllreichen Inhalt sogleich von den übrigen Zellen des Fadens. In ihrem Innern entstehen später die beweglichen Samenkörper. Die Anzahl der zu einem Antheridium zusammentretenden Antheridiumzellen schwankt in den verschiedenen Species zwischen 1 bis 12 und mehr; für dieselbe Species ist ihre Zahl dagegen ziemlich constant und schwankt hier nur in engeren Grenzen.

Die Antheridien dieser Familie, namentlich diejenigen, welche von einer grösseren Anzahl von Antheridiumzellen gebildet werden, gleichen ihrer äusseren Gestalt nach unter allen bekannten Antheridienformen der Cryptogamen am meisten den Antheridienfäden der Characeen (V. 1a, 2m, 10b, c, f). Ihr Vorkommen auf verschiedenen oder denselben Fäden, welche die Oogonien tragen, sowie ihre Formen bieten manche interessante Einzelheiten dar, welche ich am Schlusse dieses Abschnittes ausführlicher besprechen werde. Jedoch darf ich schon hier nicht unerwähnt lassen, dass sie nicht immer auf normal gebildeten Pflanzen (wie in V. 1, 2, 10) auftreten, sondern häufig auf besonderen, abnorm gestalteten Zwergpflänzchen erscheinen, welche irgendwo auf der weiblichen Pflanze festsitzen (v. v. v. in den Fig. 5—9 Taf. V und den Fig. 1—10 Taf. VI) und nur aus einem einzigen ein- oder mehrzelligen Antheridium bestehen, welches in den meisten Species von einer einzigen vegetativen Zelle, der Fusszelle, die jedoch in einigen Species fehlt, getragen wird.

Soll ein Antheridium gebildet werden, so theilt sich eine vegetative Zelle in der gewöhnlichen Weise der Theilung der Oedogonien-Zellen, aber die Scheidewand entsteht nach vorausgegangener

Bildung des Zellstoffringes hoch oben in der Mutterzelle (I. 9a). Hierdurch werden zwei ungleichwerthige Tochterzellen angelegt, weil ja nach dem Aufbrechen der Mutterzelle die hervortretende obere Tochterzelle ungleich kleiner wird als ihre gleichzeitig entstandene Schwesterzelle. Indem diese sich wiederholt in derselben Weise mit hoch oben liegender Scheidewand theilt (I. 9a), aber auch die erste Antheridiumzelle (I. 9b) nach Bildung eines inneren Zellstoffringes durch eine in ihr entstehende Scheidewand sich selbst wieder theilt, und dieser Vorgang sich später auch in den nachgebildeten Antheridiumzellen wiederholt, wird eine Reihe kleiner, übereinanderstehender Zellen angelegt, deren Anzahl durch die vorausgegangenen Theilungen bestimmt wird. So entstehen die mehrzelligen Antheridien, während bei Bildung eines einzelligen Antheridium jede weitere Theilung nach der Bildung der ersten Antheridiumzelle unterbleibt.

Die Entstehungsgeschichte der Antheridien, welche auf den abnorm gestalteten Zwergpflänzchen auftreten, zeigt keine wesentlichen Abweichungen von der gegebenen Schilderung. Die Fusszelle des Zwergmännchens ist die vegetative Zelle, welche durch ihre Theilung (IV. 13a, b) die erste Antheridiumzelle unmittelbar über sich anlegt. Die folgenden Antheridiumzellen entstehen, wenn überhaupt mehrere vorhanden sind, durch Theilung der ersten oder durch wiederholte Theilung der Fusszelle. Ueber einige geringe Modificationen dieser Bildungsweise, welche in den Fällen eintreten, in welchen die Zwergpflänzchen keine besondere, von dem Antheridium geschiedene Fusszelle besitzen, wird die specielle Beschreibung jener Zwergpflänzchen Aufschluss geben.

Die Samenkörper entstehen, mit Ausnahme einer einzigen Species, nicht unmittelbar in den Antheridiumzellen, sondern diese theilen sich erst nochmals durch eine ausserordentlich zarte Wand in zwei Zellen, die eigentlichen Specialmutterzellen der Samenkörper (V. 1a, m in Fig. 2a; IV. 3v u. s. w.). Diese unterscheiden sich jedoch in ihrer Bildung von allen übrigen durch Theilung entstandenen Zellen der Pflanze auffallender Weise dadurch, dass bei ihrer Entstehung ihre Mutterzelle (die Antheridiumzelle) nicht aufbricht, und auch die vorhergehende Bildung eines Zellstoffringes unterbleibt. Deshalb und wegen eines Umstandes, den ich bald anführen werde, bin ich auch geneigt anzunehmen, dass die Bildung der beiden Specialmutterzellen in jeder Antheridiumzelle gar nicht durch Zelltheilung erfolgt. Doch welcher Bildungsvorgang

von mir untersuchten Species, das Chlorophyll in den Samenkörpern gänzlich, wenn auch in manchen der kleineren Formen nur Spuren davon vorhanden sind.

Ueber einen wesentlichen Punkt im Bau der Samenkörper gab mir endlich noch die bereits mehrfach erwähnte Species mit senkrechten Scheidewänden der Specialmutterzellen (V. 10a—g) einen bestimmten Aufschluss. Ihre Samenkörper gehören zu den grössten, die in dieser Familie vorkommen; in ihnen war es mir möglich, sowohl während ihrer Bildung in den Specialmutterzellen, als auch nachdem sie aus diesen herausgetreten waren, einen deutlichen Cytoblasten zu erkennen (V. 10b, e, f, g), wodurch sich wiederum eine Uebereinstimmung zwischen den Schwärmsporen und den Samenkörpern dieser Familie herausstellt, da ich in den chlorophyllarmen Schwärmsporen derselben Oedogonium-Art (I. 5, 8. S. 29) gleichfalls den Cytoblasten zu erkennen vermochte. Seine Existenz in den Samenkörpern dieser Species spricht eben so sehr, wie die unleugbare Bildung der Samenkörper aus dem ganzen Inhalt der Specialmutterzellen, gegen die Deutung des Samenkörpers als einer Modification oder Umbildung des Zellkernes der Mutterzelle und macht es wenigstens für diesen speciellen Fall gewiss, dass ihm der morphologische Werth einer Zelle zukömmt.

Die Vertheilung der Geschlechtsorgane.

Die im Vorhergehenden ihrer Entwickelung nach geschilderten Antheridien und Oogonien zeigen rücksichtlich ihres Vorkommens auf denselben oder auf verschiedenen Pflanzen in einigen Species das gewöhnliche monöcische, in einigen anderen das gewöhnliche diöcische Verhalten. Ausserdem aber begegnen wir in dieser Familie innerhalb einer zahlreichen Artengruppe einer höchst sonderbaren, genetischen Beziehung zwischen den differenten Geschlechtern, welche ich als den Ausdruck einer eigenthümlichen, bisher noch nicht unterschiedenen, zwischen Monöcie und Diöcie schwankenden Geschlechtsvertheilung auffassen zu dürfen glaube.

In den monöcischen Species liegen Antheridien und Oogonien, wie es scheint, ohne jede bestimmte Anordnung zwischen den vegetativen Zellen des Fadens (V. 2a). Nur bei denen, welche von kürzeren Fäden gebildet werden, erkennt man, dass die Antheridien

mehr in dem oberen, die Oogonien mehr in dem unteren Theile des Fadens (V. 1, 3a) vorkommen.

In den diöcischen Species ist gleichfalls weder in der männlichen noch in der weiblichen Pflanze eine gesetzmässige Lagerung der Geschlechtsorgane zwischen den vegetativen Zellen zu erkennen (V. 10a, b). Auch unterscheiden sich, was schon hier bemerkt werden mag, innerhalb dieser diöcischen Artengruppe die männlichen und die weiblichen Pflanzen derselben Species — abgesehen natürlich von den Geschlechtsorganen — nicht so auffallend von einander, dass ihr Totaleindruck dadurch ein verschiedener würde. Doch erscheinen hin und wieder die Männchen etwas schmächtiger als die Weibchen (V. 10a, b).

Wie ich bereits hervorhob, sind aber nur einige Species, und zwar nur einige Arten der Gattung Oedogonium, rein monöcisch, und ebenso sind nur einige andere Oedogonium-Arten rein diöcisch. Alle übrigen Oedogonium-Arten sowie sämmtliche Species der Gattung Bulbochaete ohne Ausnahme zeigen dagegen jenes schon vorher erwähnte, zwischen Monöcie und Diöcie schwankende Geschlechtsverhältniss. Die Antheridien treten nämlich in dieser Speciesgruppe ausschliesslich auf jenen, auf der weiblichen Pflanze schmarotzenden Zwerggestalten auf, von welchen bereits früher die Rede war. Nun könnte man zwar, je nach beliebiger Deutung dieser sonderbaren Gebilde, die hierher gehörigen Species willkürlich sowohl für monöcisch als für diöcisch erklären; allein mir scheint die folgende vergleichende Betrachtung ihrer Bildungs- und Formabweichungen in den verschiedenen Species nothwendig zu der Ueberzeugung zu führen, dass hier ein als eigenthümlich zu unterscheidendes, die Monöcie und Diöcie verbindendes Geschlechtsverhältniss obwaltet.

In allen den Arten, bei welchen jene Zwerggestalten auftreten, finden sich auf der w e i b l i c h e n Pflanze ausser den Oogonien und den gewöhnlichen vegetativen Zellen, in welchen die bekannten Schwärmsporen entstehen, noch eine dritte Art kleinerer Zellen, welche mit Ausnahme der geringeren Grösse in allen übrigen Beziehungen den vegetativen Zellen gleichen und entweder einzeln oder zu mehreren hinter einander an verschiedenen Stellen der weiblichen Pflanze vorkommen. Sie finden sich unter anderen bei einigen Bulbochaete-Arten unmittelbar über den Oogonien (III. 22m; IV. 15m; VI. 3m, 5m) oder auf besonderen männlichen Fruchtästen (VI. 2m). Bei den Oedogonium-Species liegen sie in der Reihe der anderen Zellen, entweder wie bei den Species mit kür-

zeren Fäden nur in dem oberen Theile der Zellen (IV, 1m, 2m, 13m) oder ohne jede gesetzmässige Vertheilung an verschiedenen Stellen der Fäden, wie dies bei denjenigen Oedogonien, welche längere Fäden bilden, der Fall zu sein scheint (V. 4b u. 4d bei m).

Diese kurzen Zellen gleichen ihrer äusseren Erscheinung nach vollkommen den Antheridienzellen der monöcischen und diöcischen Gruppe, welche sich ja gleichfalls nur durch ihre geringere Grösse von den vegetativen Zellen unterscheiden. Auch ihre Bildung stimmt mit der früher geschilderten Entstehung der Antheridienzellen überein, indem sie wie diese durch eine Theilung einer vegetativen Zelle mit hoch oben liegender Scheidewand angelegt werden und da ferner, wenn ihrer mehrere über einander stehen, auch hier wie dort die übrigen durch eine wiederholte Theilung jener vegetativen Zelle oder durch nachfolgende Theilung der erstgebildeten entstehen. Bei der Betrachtung einer weiblichen Pflanze, welche jene dritte Art kleiner Zellen besitzt, wird man daher nothwendig zuerst auf die Vermuthung geführt, dass diese Zellen ein Antheridium bilden, und dass eine monöcische Pflanze der Beobachtung vorliegt. Allein in der weiteren Entwickelung ihres Inhalts zeigt sich sogleich ein wesentlicher Unterschied zwischen ihnen und den früher beschriebenen Antheridiumzellen. Denn in jeder dieser kleinen Zellen entsteht aus ihrem ganzen Inhalt eine einzige kleine Schwärmspore, welche wiederum, mit Ausnahme der Grösse, in äusserer Form, Bewegung und Cilienanordnung vollkommen den gewöhnlichen Schwärmsporen derselben Species gleicht. Weil diese bald nach ihrer Geburt keimenden, kleinen Schwärmsporen bestimmt sind, das männliche Geschlechtsorgan oder die männliche Pflanze zu erzeugen, habe ich sie schon an einem anderen Orte*) mit dem Namen „Androsporen", welchen ich auch hier beibehalten werde, belegt.

Die Geburt der Androspore (IV. 13c; V. 4b u. d bei m, 8b) geschieht wie die Geburt einer gewöhnlichen Schwärmspore. Ihre Mutterzelle öffnet sich deckelartig aufklappend wie die Mutterzelle jener, und wie jene ist auch die Androspore bei ihrem Hervortreten noch von einer mitgebornen Hülle umgeben (IV. 13c; V. 8b), nach deren Durchbrechung oder Zerstörung erst ihr Entweichen ermöglicht ist. Nachdem sie ihre kleine Mutterzelle verlassen hat, schwärmt die Androspore nun eine kürzere oder längere Zeit herum und setzt sich alsdann auf einer weiblichen Pflanze, meist auf derselben, welche

*) Monatsber. der Königl. Acad. der Wissensch. zu Berlin. Mai 1856.

sie erzeugt hatte, oft aber auch, wie dies bei den in grösserer Zahl gesellig neben einander lebenden Arten vorkommt, auf einer anderen, fest. Der Ort, wo die Androspore auf der weiblichen Pflanze sich festsetzt, ist für die Species bestimmt. Es geschieht dies entweder auf den Oogonien selbst (IV. 13a, 15v; ferner v in Fig. 1, 2, 3 Taf. VI) oder doch in der Nähe derselben (V. v in Fig. 6, 7a, b; ferner v in Fig. 4, 5, 6, 7, 10c, 11b Taf. VI). Hier keimt sie in der gewöhnlichen Weise der Keimung der Oedogonium-Sporen und entwickelt sich zu der männlichen Zwerggestalt. Die Form dieser aus der Androspore entstehenden Zwergbildungen ist für die Species ebenso bezeichnend und constant wie der Ort ihrer Befestigung, und da sie zugleich eine sehr mannichfaltige in den verschiedenen Species ist, so giebt sie ein sehr brauchbares Merkmal zur Erkennung und Unterscheidung der Arten ab.

In den meisten Fällen theilt sich die Androspore, nachdem sie sich mit einer wurzelartigen Ausbreitung festgesetzt hat, in der Weise der Theilung der Oedogonium-Zellen, und die obere hervortretende Tochterzelle, welche den Deckel der bei ihrer Theilung aufgebrochenen Androspore mit in die Höhe nimmt (IV. 13b), wird, je nach der Species, zur einzigen (IV. 3—6v; V. 6v, 7v; VI. v in Fig. 2, 5a, b, c) oder ersten (V. 9v; VI. v in Fig. 10c, 11b) Antheridiumzelle. Ist das Antheridium, wie im letzteren Falle, mehrzellig, so entstehen, wie ich schon bei der Bildung mehrzelliger Antheridien angegeben habe, die anderen Antheridiumzellen durch eine wiederholte Theilung der Androspore oder durch nochmalige Theilung der ersten Antheridienzellen. Mit der Bildung des Antheridium ist jedes Mal das Wachsthum der Zwerggestalt beendet, und die Zwergmännchen bestehen daher nur aus einem ein- oder mehrzelligen Antheridium, welches von einer einzigen vegetativen Zelle, der zur Fusszelle umgebildeten Androspore, getragen wird. Während nun in jeder Antheridiumzelle in der bereits geschilderten Weise zwei Specialmutterzellen, und in jeder Specialmutterzelle ein Samenkörper entsteht, bleibt die Fusszelle zwar geschlechtlich unproductiv, erzeugt dagegen später meist, nachdem das über ihr befindliche Antheridium ganz oder theilweise entleert ist, eine neue kleine Schwärmspore aus ihrem Inhalt (IV. 10z), welche gleichfalls eine Androspore ist.

In einigen Species zeigen die Zwerggestalten einen noch geringeren Grad der Ausbildung. Hier entsteht in der Androsp ohne dass diese bei der eintretenden Theilung aufbricht, eine Sch

wand (VI. 1a, b), welche meist dicht oberhalb ihrer zur Wurzel gewordenen Ansatzstelle (v in Fig. 3, 4 Taf. VI) sich bildet. Hierdurch wird die Androspore unmittelbar in der gewöhnlichen Weise der Zelltheilung in zwei Zellen getheilt, von welchen die obere zu dem in diesen Fällen stets einzelligen Antheridium wird und in ihrem Innern später in normaler Weise zwei Specialmutterzellen und zwei Samenkörper erzeugt, während die untere als geschlechtlich unproductive Fusszelle verharrt und ihren geringeren Grad der Ausbildung gegenüber den Fusszellen der zuerst geschilderten Zwergmännchen dadurch offenbart, dass ihr Inhalt auch später keine weitere Entwickelung erfährt, sondern ohne eine neue Androspore zu erzeugen zu Grunde geht.

Auf dem niedrigsten Grade der Entwickelung bleiben endlich die Zwergmännchen einer dritten Reihe von Arten stehen. In ihnen unterbleibt die Scheidung einer geschlechtlich unproductiven Fusszelle von dem eigentlichen Antheridium gänzlich, und die Androspore wird, nachdem sie sich festgesetzt hat, selbst zum einzelligen Antheridium. Unmittelbar in ihr entstehen die beiden Specialmutterzellen und Samenkörper (v in Fig. 15 Taf. IV; Fig. 4f Taf. V). Sie öffnet sich später, indem ihr oberer Theil deckelartig aufklappt; die in ihr enthaltenen Samenkörper entweichen, und ihre leere kleine Hülle bleibt allein als ein unscheinbares Gebilde zurück (v in Fig. 15 Taf. IV u. Fig. 4f Taf. V).

Fasst man den Werth dieser Zwerggestalten näher ins Auge und sucht die Art der Geschlechtsvertheilung zu bestimmen, welche in den Species, in denen diese Zwerggestalten auftreten, ausgesprochen ist, so könnte man geneigt sein, die Mutterzellen der Androsporen, die auf der weiblichen Pflanze auftreten und die, wie wir sahen, sich von den wahren Antheridiumzellen der monöcischen und diöcischen Species nicht unterscheiden, schon als einen männlichen Geschlechtsapparat anzusehen; und demgemäss könnte man die Pflanzen, welche die Oogonien und zugleich die Mutterzellen der Androsporen hervorbringen, für monöcische Species halten, deren männliche Geschlechtsorgane erst nach Trennung von der Mutterpflanze ihre völlige Ausbildung erreichen, ähnlich wie ja auch der Pollenschlauch gleichfalls ein ausserhalb seiner Bildungsstätte sich entwickelndes Geschlechtsorgan darstellt, und von diesem Gesichtspunkte aus würde jenen Zwerggestalten nur der Werth von Geschlechtsorganen zukommen. Andererseits könnte man mit demselben Rechte jene Zwerggestalten — von den entwickelteren

Formen, welche in ihrer Fusszelle eine wahre vegetative Zelle besitzen, ansgehend — für selbstständige männliche Pflanzen erklären, wofür auch die Beschaffenheit der Androspore, die doch eine wahre, wenn auch kleinere Schwärmspore ist, zu sprechen scheint. Hiernach würden die hierher gehörigen Arten eine Abtheilung der diöcischen Gruppe bilden, bei welcher die Männchen gesetzmässig kleiner als die Weibchen wären, und man könnte eine Diöcie mit gleichgestalteten Männchen und Weibchen und eine Diöcie mit Zwergmännchen unterscheiden. Offenbar drückt sich aber in diesem zweideutigen Verhalten ein zwischen Monöcie und Diöcie schwankendes Verhältniss aus, welches uns als eine Mittelstufe und ein Verbindungsglied jener beiden gewöhnlichen Geschlechtsverhältnisse um so deutlicher entgegentritt, wenn wir die ganze Formenreihe der Zwerggestalten nochmals überblicken und mit der Entwickelung der männlichen Geschlechtsorgane in den rein monöcischen und diöcischen Species vergleichen.

Zunächst erscheinen, wie schon bemerkt, die Antheridienzellen, in welchen unmittelbar Specialmutterzellen und Samenkörper entstehen, in Bau und Entwickelung gar nicht verschieden von den kleineren Mutterzellen der Androsporen, welche in den Species, welche die Zwerggestalten besitzen, auftreten. Auch bilden die Androsporen selbst in Structur und Grösse eine unverkennbare, höchst bemerkenswerthe Mittelstufe zwischen Schwärmsporen und Samenkörpern, wie ja überhaupt in dieser Familie sonderbarer Weise Samenkörper und Schwärmsporen trotz ihres physiologisch so verschiedenen Werthes morphologisch sich nur in unwesentlichen Eigenschaften unterscheiden.

Ferner ist von den monöcischen Species (V. 2, 3) ein nur fast unmerkbarer Uebergang zu denjenigen Species mit Zwergmännchen, deren Androsporen unmittelbar in ihrem Innern Samenkörper erzeugen (V. 4f). Von diesen einfachsten Zwerggestalten führt dann eine ununterbrochene Formenreihe zu den entwickelteren mit unvollkommener (VI. 3v, 4v) und vollkommener (IV. 9v; V. 6v; VI 2v), von dem Antheridium geschiedener Fusszelle, welche endlich in ihren entwickelten Formen (V. 9v) mit Recht als vollständige, wenn auch kleine, männliche Pflanzen angesehen werden können und sich unmittelbar an die rein diöcischen Arten anschliessen, bei welchen ja gleichfalls in einigen Species die Männchen schmächtiger als die Weibchen sind (V. 10a, b).

Mir scheint daher meine vorhin ausgesprochene Ansicht, dass

diese Species mit Zwergmännchen ein Geschlechtsverhältniss repräsentiren, welches zwischen Monöcie und Diöcie die Mitte hält, vollkommen gerechtfertigt.

Der wesentliche Charakter dieses bisher noch nicht unterschiedenen Verhältnisses, welches alle demselben untergeordnete Fälle umfasst, liegt nun aber in dem Umstande, dass die männliche, in einzelnen Fällen auf ein blosses männliches Geschlechtsorgan reducirte, Pflanze hier gesetzmässig aus einer Entwickelung von Fortpflanzungszellen hervorgeht, welche in ungeschlechtlicher Weise in den weiblichen Pflanzen erzeugt werden. Es mag dies Verhältniss vorläufig kurz als „gynandrosporisch" bezeichnet werden, wodurch eben ausgedrückt werden soll, dass die Sporen oder ungeschlechtlich erzeugten Fortpflanzungszellen, aus welchen die Männchen entstehen, gesetzmässig auf der weiblichen Pflanze vorkommen *).

Das gynandrosporische Geschlechtsverhältniss ist gewiss nicht allein auf die Oedogonieen mit Zwergmännchen beschränkt, und es dürften daher einige Andeutungen, wo es, ganz abgesehen von anderen Pflanzenabtheilungen, noch unter den Algen auftreten möchte, hier nicht am unrichtigen Orte sein.

Zunächst ist festzuhalten, dass jene genetische Abhängigkeit der Männchen von den Weibchen, wodurch das Verhältniss charakterisirt ist, nicht immer nothwendig in derselben Weise wie bei den Oedogonieen mit Zwergmännchen mit einer geringeren körperlichen Ausbildung der Männchen verbunden sein muss, und dass es ferner, wie schon die Zwergmännchen einiger Species der Oedogonieen zeigen, offenbar nur von untergeordnetem Werthe erscheint, ob die von den Weibchen erzeugten männlichen Sporen wieder auf einem bestimmten Theile der weiblichen Pflanze oder an beliebiger anderer Stelle sich festsetzen und keimen.

Es könnte nun die Frage entstehen, ob diejenigen Oedogonium-Arten, welche ich als rein diöcisch beschrieb, nicht vielmehr gleichfalls gynandrosporisch sind. Dies war mir bisher nicht möglich

*) Bei dieser Betrachtungsweise habe ich, wie man sieht, den ganzen aus der Keimung einer Schwärmspore hervorgegangenen Zellenfaden als ein Individuum betrachtet. Wollte man aber die einzelnen Zellen für Individuen, und demgemäss den Faden für eine Colonie geschlechtlicher und ungeschlechtlicher Individuen ansehen, so würde was ich von den Individuen aussagte für die Colonien gelten, und man müsste monöcische, diöcische und gynandrosporische Colonien unterscheiden.

zu entscheiden, weil ich nicht mit Sicherheit zu bestimmen vermochte, ob die Schwärmsporen, welche die männlichen Pflanzen dieser Species erzeugen, ausschliesslich in den Zellen der weiblichen Pflanze entstehen. Die Schwierigkeit, dieses festzustellen, liegt nämlich darin, dass die Schwärmsporen, welche die Männchen erzeugen, in diesen Species sich nicht auffallend von denjenigen Schwärmsporen unterscheiden, aus welchen die weiblichen und die geschlechtslosen Pflanzen hervorgehen. Denn der geringe Grössenunterschied, welcher zwischen denselben stattfinden möchte, ist ebensowenig scharf bestimmbar, als der geringe Grössenunterschied, welcher wahrscheinlich zwischen den Mutterzellen der männlichen Schwärmsporen und den anderen vegetativen Zellen, in welchen die weiblichen Schwärmsporen entstehen, existiren wird. Wegen dieser Ungewissheit habe ich es auch vorgezogen, diese Species vorläufig als rein diöcisch zu beschreiben.

Die Vermuthung, dass ein gynandrosporisches Verhältniss vorhanden sei, liegt bei weitem näher bei denjenigen Algen, bei welchen man bereits zweierlei verschiedene Schwärmsporen in derselben Species unterschieden hat.

Al. Braun hat, wie bekannt, zuerst auf das Vorhandensein von zweierlei Schwärmsporen verschiedener Grösse bei einigen Familien der Süsswasser-Algen aufmerksam gemacht und die grösseren „Macrogonidien", die kleineren „Microgonidien" genannt. Ebenso hat Thuret die Existenz grösserer und kleinerer Schwärmsporen in derselben Species bei mehreren Fucoideen nachgewiesen.

Hier nun wären zunächt ähnliche Verhältnisse, wie die bei den Oedogonieen beschriebenen, zu vermuthen. Denn die Annahme, dass die Differenz der Geschlechter in diesen Fällen schon in den Schwärmsporen, welche jene erzeugen, ausgedrückt ist, schliesst sich unmittelbar an die bei den Oedogonieen mit Androsporen gewonnenen Erfahrungen an, und es erschiene nicht unerlaubt, auch die in dieser Familie vorhandene genetische Abhängigkeit der Männchen von den Weibchen auf jene Pflanzen, in welchen gleichfalls zweierlei unterscheidbare Schwärmsporenarten vorhanden sind, auszudehnen.

Ob meine Vermuthung richtig ist, und unter den Microgonidien der übrigen Familien sich noch andere finden, welche wahre Androsporen sind und auch in ihrer Entstehung sich so verhalten, wie die Androsporen der Oedogonieen, dies zu entscheiden, dafür liegen noch keine genügenden Erfahrungen vor. Von den meisten

wissen wir überhaupt kaum mehr, als dass sie existiren, ohne über ihren morphologischen oder physiologischen Werth eine bestimmte Kenntniss zu besitzen, und es ist kaum fraglich, dass man unter dem gemeinsamen Namen der Microgonidien bisher Bildungen von sehr verschiedenem Werthe zusammengefasst hat.

So scheint es z. B. von den Microgonidien von Hydrodictyon, Coelastrum, Pediastrum*) viel wahrscheinlicher, dass sie die Bedeutung von Samenkörpern haben, als dass sie Schwärmsporen sind. Ihre äussere Form kann hierüber keine Aufklärung geben, da ja, wie man bei den Oedogonieen sieht, Gestalt und Bau keimender Schwärmsporen und befruchtender Samenkörper trotz ihres so sehr verschiedenen physiologischen Verhaltens dennoch in allen uns wesentlich erscheinenden Verhältnissen übereinstimmen können.

Von den Microgonidien der Oedogonieen hatte schon *Al.* Braun gezeigt, dass sie keimend die schmarotzenden Zwergpflänzchen hervorbringen**). In der vorliegenden, wie in früheren Abhandlungen habe ich ihren männlichen Geschlechtscharakter, sowie den Umstand, dass sie stets in den Zellen der weiblichen Pflanze erzeugt werden, nachgewiesen, und zugleich ergab sich, dass diese als Androsporen erkannten Microgonidien nur einer Abtheilung der Familie eigenthümlich sind, den anderen dagegen fehlen, wodurch gerade das Wesentliche in ihrer Erscheinung mehr hervorgehoben wird.

Was endlich die Microgonidien der Fucoideen betrifft, so hat Thuret***) mit seiner gewohnten Exactheit nachgewiesen, dass sie ganz wie die Macrogonidien dieser Pflanzen keimen, und hierdurch wenigstens ihren Charakter als Schwärmsporen festgestellt; für sie bleibt daher nur noch zu entscheiden übrig, ob die aus ihnen entstehenden Keimlinge etwa ausschliesslich zu männlichen Pflanzen werden.

Bei meinen Keimungsversuchen mit den Sporen mehrerer Ectocarpus-Arten habe ich mich zwar von der Richtigkeit der Angaben Thuret's vollkommen zu überzeugen Gelegenheit gehabt, indem es auch mir mit Leichtigkeit gelang, beide Schwärmsporen-

---

*) Die Beschreibung dieser Bildungen findet sich von Hydrodictyon und Pediastrum bei Al. Braun (Verjüngung S. 147), und Algarum unicellularium genera nova (Abhandlungen der Berl. Academie 1855 S. 68), von Coelastrum in meinen algologischen Mittheilungen Flora 1852.

**) Verjüngung S. 151.

***) Ann. d. sc. nat. Bot. 1850. 3e série. T. XIV. P. 235.

arten zum Keimen zu bringen; allein die Frage, die ich im Auge hatte, ob die Keimlinge geschlechtlich verschiedene Pflanzen erzeugen, konnte ich wegen eines zu kurzen Aufenthaltes am Meere nicht zur Entscheidung bringen. Hierüber können nur länger andauernde Keimungsversuche, deren Ausführung für die beständig an der See lebenden Botaniker mit geringeren Schwierigkeiten verknüpft ist, uns den nöthigen Aufschluss bringen. Möchten meine hier geäusserten Vermuthungen hierzu den Anlass geben.

Die Befruchtung.

Die Oedogonieen bieten die günstigsten Bedingungen für die unmittelbare Beobachtung des Augenblicks, in welchem die Befruchtung geschieht, dar. Diese wird durch die Vermischung der Samenkörper mit dem Inhalt der Oogonien ausgeführt.

In allen Species dieser Familie zieht sich der Inhalt des Oogonium bei seiner Reife von der Wand ab und ballt sich zu einer einzigen Kugel oder eiförmigen Masse, der Befruchtungskugel, zusammen. Zugleich öffnet sich während oder nach dieser Gestaltannahme seines Inhalts das Oogonium in einer für die Species bestimmten Weise, und hierdurch entsteht ein offener Zugang in das Innere des Oogonium, die Eintrittsöffnung für die Samenkörper.

Die Beschaffenheit der Befruchtungskugel ist, abgesehen von der bald kugeligen, bald eiförmigen Gestalt, für alle Species dieselbe. Sie besitzt an ihrer äusseren Umgrenzung noch keine irgendwie unterscheidbare oder durch Reagentien nachweisbare Membran; sie besteht aus dem ganzen, auf einen geringen Raum zusammengedrängten und deshalb dichter erscheinenden Inhalt des Oogonium. Die grosse Anzahl dicht-aneinandergereihter Chlorophyllkörner, welche diesen Inhalt bilden, machen die Befruchtungskugeln fast völlig undurchsichtig. Aber in Folge einer bemerkenswerthen Anordnung bei ihrer Bildung fehlen die Chlorophyllkörner an der der Eintrittsöffnung der Samenkörper zugekehrten Stelle jedes Mal gänzlich. Wie bei den Vaucherien*) zeigt sich daher auch bei den Befruchtungskugeln der Oedogonieen eine in den verschiedenen Species ungleich grosse, farblose Stelle, welche nur von einem

---

*) Man sehe meine Abhandlung über Befruchtung und Keim[illegible] Monatsber. der Königl. Acad. zu Berlin. März 1855.

noch nicht gestalteten und völlig farblosen Protoplasma gebildet wird. An dieser Stelle der Befruchtungskugel findet die Vermischung der Samenkörper mit ihr statt, und die eigenthümliche, für die Zeugung gewiss wesentliche Beschaffenheit dieser farblosen Stelle erleichtert zugleich in hohem Grade die genaue Beobachtung des Befruchtungsactes.

Die Art wie die Oogonien in den verschiedenen Species sich öffnen, sowie die Gestaltung der Befruchtungskugeln lässt mehrere untergeordnete Modificationen unterscheiden.

Der einfachste und zugleich häufigste Fall ist der, dass an irgend einer Stelle seitlich ein kleines ovales Loch in der Membran des Oogonium sich bildet und gleichzeitig der von der Wand sich abziehende Inhalt zu der Befruchtungskugel sich zusammenballt. Von dieser letzteren dringt der der gebildeten Oeffnung zugekehrte, aus farblosem Protoplasma gebildete Theil (die farblose Stelle) ein wenig durch die kleine Oeffnung hindurch und erscheint daher als eine kleine farblose, nach Aussen hervorgeschobene Papille, welche aber mit der im Innern des Oogonium befindlichen, überwiegend grösseren Masse der Befruchtungskugel in ungestörtem Zusammenhange verharrt (III. 5; V o in Fig. 2a). Später tritt ein aus dem Antheridium entleerter Samenkörper (s in Fig. 2a Taf. V) an die hervorgeschobene Papille, sie mit der Spitze berührend, heran. Unmittelbar nach der Berührung erfolgt die Mischung beider; die Papille, welche den ganzen Samenkörper in sich aufgenommen hat, zieht sich sogleich in das Innere des Oogonium zurück, und die befruchtete, nun zur Oospore gewordene Befruchtungskugel nimmt die der Species eigenthümliche, bald mehr kugelige, bald mehr eiförmige Gestalt an (III. 6, 7; V. 2b).

Die Stelle, wo die Oeffnung der Oogonien sich bildet, ist für die Species bestimmt. In einigen Arten entsteht das Loch regelmässig in der Mittellinie (V. 4e, 5b, 6), in anderen in der oberen (III. 5, 6, 7; V. 2, 9, 10a), in noch anderen in der unteren Hälfte des Oogonium (V. 7a, b). Zugleich sind bei denjenigen Species, welche schmarotzende Zwergmännchen besitzen, diese häufig so gestellt, dass die Samenkörper unmittelbar neben der Eintrittsöffnung des Oogonium austreten müssen (V. 6, 7b, 9).

Ausser der Mehrzahl der Oedogonium-Arten öffnen sich in dieser einfachen Weise mit einem seitlichen Loche auch sämmtliche Bulbochaete-Species, und zwar entsteht das Loch hier unmittelbar unter dem oberen Deckel des Oogonium (o in Fig. 13, 18, 19

Taf. III). Aber bei einigen Oedogonium-Arten ist der Mechanismus, durch welchen die Oogonien sich öffnen, bei weitem complicirter.

Nachdem die Oogonien dieser Arten (IV. 1o) sich ganz mit einem von grosskörnigen und zahlreichen Chlorophyllkörnern strotzenden Inhalt erfüllt haben, sieht man eine bedeutende Menge einer ungefärbten und noch gestaltlosen, schleimigen Masse sich von dem übrigen Inhalt gesondert in dem oberen Theile des Oogonium ansammeln (IV. 3). Dieses öffnet sich bald darauf in derselben Weise wie die Mutterzellen der Schwärmsporen bei deren Reife sich öffnen, indem der obere Theil seiner Membran deckelartig aufklappt und das darüber befindliche Fadenstück seitlich zurückbiegt, wodurch eben der ganze Faden alsdann knieförmig gebogen erscheint (III. 8; IV. 4; V. 1o, 8a). Von dem Inhalt des Oogonium dringt nun die unmittelbar unter dem geöffneten Deckel angesammelte, farblose dehnbare und sichtlich von keiner Membran umgrenzte Schleimmasse hervor (IV. 4), und ihr peripherischer Theil gestaltet sich unter dem Auge des Beobachters zu einem festen, von einer farblosen Membran gebildeten Schlauche, welcher an seiner Spitze eine deutliche Oeffnung besitzt (IV, 5, 6). Während der Gestaltung dieses unmittelbar aus dem erstarrenden Schleime entstandenen, nachweislich aus Cellulose bestehenden Schlauches, welchen ich den Befruchtungsschlauch nenne, sieht man den zu seiner Bildung nicht verbrauchten, mehr inneren Theil der hervorgetretenen farblosen Schleimmasse wieder nach abwärts fliessen (IV. 5) und mit dem übrigen grünen Inhalt des Oogonium sich wieder vereinen. Dieser hat sich inzwischen von der Wand des Oogonium abgezogen und zur nackten Befruchtungskugel gestaltet, deren vorderen Theil jene vom Befruchtungsschlauche abgeflossene farblose Schleimmasse wieder einnimmt (IV. 6). Sie bildet nun die bereits besprochene farblose Stelle der Befruchtungskugel, mit welcher zunächst der durch den Befruchtungsschlauch eintretende Samenkörper sich mischt*).

---

*) Die sichtbare Bildung des aus Cellulose bestehenden Befruchtungsschlauches aus einer amorphen Masse von schleimiger Consistenz, welche die optischen Reactionen stickstoffhaltiger Materie zeigt, liefert ebenso, wie die Beschaffenheit der Befruchtungskugeln überhaupt und die Erscheinungen, welche im Zeugungsacte eintreten, bekräftigende Beweise für meine Ansicht von der Bildung der Zellwand, wonach die farblose Plasmaschicht, welche in den meisten lebenskräftigen Zellen als eine unterscheidbare Lage die innere Seite der Zellwand auskleidet, nicht eine eigenthümliche, von der Zellwand verschiedene,

Ob bei einigen, mit einem seitlichen Loche sich öffnenden Oogonien nicht gleichfalls ein dem Befruchtungsschlauche der aufklappenden Oogonien analoges Gebilde entsteht, ist mir nicht ganz klar geworden. Bei den grösseren, hierher gehörigen Formen bemerkt man nämlich nach erfolgter Befruchtung unterhalb der eigentlichen Oeffnung (a Fig. 7 Taf. III) constant noch eine bogenförmige Linie (b, b, b, Fig 7 Taf. III), deren Entstehung ich nicht zu erklären weiss, die aber vielleicht einem nach der Befruchtung nach Innen zurückgeschlagenen Befruchtungsschlauche entsprechen könnte.

Unter allen Oedogonieen sind diejenigen, welche Zwergmännchen besitzen, für die Beobachtung des eigentlichen Befruchtungsactes am geeignetsten, weil durch die Nähe der Geschlechtsorgane die Beobachtung der gleichlaufenden Erscheinungen, welche vor der Befruchtung eintreten, erleichtert wird, und diese die Aufmerksamkeit des Beobachters für den unmittelbar bevorstehenden Moment der Befruchtung festhalten, während bei der grösseren Entfernung der Geschlechtsorgane monöcischer und diöcischer Species das Verfolgen der ausgetretenen Samenkörper mit grösserer Schwierig-

---

Zellstoff secernirende Membran (den sg. Primordialschlauch) bildet, sondern schon selbst die stoffliche Grundlage der Cellulosemembran ist, in welche sie, sei es durch blos mechanische oder zugleich chemische Veränderung, unmittelbar übergeht.

In Bezug auf die Bildung des Befruchtungsschlauches bemerke ich noch ausdrücklich: 1) dass er nicht bereits im geschlossenen Oogonium vorgebildet ist, dass er also nicht etwa, wie man zu vermuthen geneigt sein könnte, die innerste Membranschicht des Oogonium bildet, welche beim Aufbrechen der äusseren Schichten schlauchartig hervortritt, und 2) dass nach der Bildung des Befruchtungsschlauches an seiner inneren Seite keine Spur eines Primordialschlauches wahrnehmbar ist, welcher ihn abgesondert haben könnte, und dass die Erscheinungen des Abfliessens der überschüssigen Schleimmasse, welche ich im Texte geschildert habe, auch die Möglichkeit der Existenz eines Primordialschlauches ausschliessen. Ohne auf diesen von dem nächsten Zwecke des vorliegenden Aufsatzes mich abführenden Gegenstand hier näher einzugehen, will ich blos die Gelegenheit ergreifen zu erklären, dass ich noch mit der Sammlung von Fällen beschäftigt bin, welche meine Ansicht ausser allem Zweifel zu setzen geeignet sein möchten. Deshalb habe ich auch meine Entgegnung auf den Widerspruch, welchen meine Ansicht von Seiten Mohl's erfahren hat, vorläufig noch ausgesetzt, was ich um so eher habe thun können, als ja Mohl selbst die wesentlichsten, von mir beigebrachten Thatsachen, welche seine früheren Darstellungen der Zelltheilung und der Ablösung des Zellinhalts unter Einfluss von Reagentien berichtigten, nicht hat läugnen können.

keit verbunden ist, und deshalb der Augenblick der Befruchtung nur zu leicht versäumt wird.

An einer für die Beobachtung ausserordentlich geeigneten Species, deren Zwergmännchen unmittelbar auf den Oogonien festsitzen und deren Oogonien sich unter Bildung eines Befruchtungsschlauches aufklappend öffnen, habe ich schon in einem früheren Aufsatze*) die Erscheinungen, welche beim Zusammentreffen von Samenkörper und Befruchtungskugel sichtbar sind, kurz geschildert. Möge die dort gegebene Schilderung des Zeugungsactes der Vollständigkeit wegen hier nochmals ihre Stelle finden.

Meist gleichzeitig mit dem Aufbrechen des Oogonium und der Bildung des Befruchtungsschlauches oder doch kurz darauf wird der bereits vorher etwas gelüftete Antheridiumdeckel (v in Fig. 6 Taf. IV) des nebenstehenden Zwergmännchens von dem hervortretenden Samenkörper völlig geöffnet und seitlich gehoben oder abgeworfen (v in Fig. 7 Taf. IV). In dieser unmittelbaren Nähe der Oeffnung des Befruchtungsschlauches hervorgetreten dringt der Samenkörper nach kurzem Umherirren durch die Oeffnung in den Befruchtungsschlauch hinein und gelangt zu der im Innern des Oogonium liegenden Befruchtungskugel (IV. 7). Mit seiner vorderen, von Cilien umgebenen Spitze nähert er sich bis zur Berührung der farblosen Stelle der Befruchtungskugel.

Nichts stört in diesem Augenblick die Beobachtung der Berührung beider Zeugungsmassen. Die glashelle, farblose und dünne Membran des Befruchtungsschlauches und des Oogonium, welche völlig durchsichtig sind, die bedeutende Grösse des Samenkörpers und seine eigenthümliche, durch die grünen Körner seines Inhalts noch leichter erkennbare Gestalt, ferner die Farblosigkeit des vorderen Theiles der Befruchtungskugel, endlich der Umstand, dass nur ein einziger Samenkörper sich langsam der zu befruchtenden Masse nähert, alle diese Verhältnisse stellen in ihrer Vereinigung die günstigsten Bedingungen für die Beobachtung her.

Einen Augenblick, nachdem der Samenkörper die Befruchtungskugel berührt hat, erblickt man ihn noch in seiner vollkommen unveränderten Gestalt mit der Spitze an dem Umfange der Befruchtungskugel hin und her tastend (IV. 7). Aber schon im nächsten Moment sieht man ihn unter Aufgeben seiner Gestalt gleich-

*) Ueber Befruchtung und Generationswechsel der Algen. Monatsber. der Königl. Acad. der Wissensch. zu Berlin. Mai 1856.

sam berstend von der Befruchtungskugel aufgenommen werden, und man kann trotz der kurzen Dauer dieses Vorganges doch schrittweise verfolgen, wie seine Masse nach und nach sich vollkommen mit der Masse der Befruchtungskugel vermischt, bis schliesslich beide nur einen einzigen zusammenhängenden Körper darstellen. Nach diesem fast momentanen Acte der Befruchtung bleibt gar keine Spur des Samenkörpers ausserhalb der Befruchtungskugel zurück; weder Reste einer Membran, die auch früher nicht unmittelbar sichtbar war und auch durch Reagentien nicht darstellbar ist, noch Reste seines Inhalts. Dagegen sieht man im Innern der vorderen Schleimpartie jener farblosen Stelle der Befruchtungskugel, welche vor der Befruchtung nur aus einer ganz feinkörnigen, sehr schwach gelblich schimmernden Schleimmasse bestand, jetzt einige grössere grünliche Körper (IV. 8), die unzweifelhaft dem früheren Inhalt des Samenkörpers angehörten, und diese Erscheinungen der Vermischung zeigen mit Evidenz, dass der Samenkörper bei der Befruchtung seine Gestalt völlig aufgiebt und nicht einen morphologisch unterscheidbaren Theil der befruchteten Oospore bildet.

Unmittelbar nach der Befruchtung beginnen die Vorgänge, welche einerseits die Zerstörung der Theile des alten Mutterfadens einleiten, anderseits die Oosporen befähigen, in einen längeren Ruhezustand überzugehen und während der Dauer desselben ihre Entwickelungsfähigkeit zu bewahren.

Zunächst wird die Umgrenzung der früher nackten, durch die Befruchtung zur Oospore umgewandelten Befruchtungskugel zusehends schärfer, und bald zeigt sich an ihrem Umfange eine deutliche, von zwei Conturen begrenzte Membran (IV. 9). In ihrem Innern nimmt durch eine gleichmässigere Vertheilung der Chlorophyllkörner durch den ganzen Raum hindurch die farblose Stelle (IV. 9) an Umfang ab und verschwindet schliesslich ganz. Nun treten chemische Veränderungen im Innern der Oospore auf, in deren Folge das Chlorophyll allmälig verschwindet und an dessen Stelle ein brauner Farbestoff auftritt, durch welchen nicht blos der Inhalt, sondern auch die Membranen der Oospore, des Befruchtungsschlauches und des Oogonium dunkelbraun tingirt werden (IV. 2a, 10m, 11).

Schliesslich trennen sich die tief dunkel gefärbten und ganz undurchsichtig gewordenen Oosporen aus dem Verbande der übrigen, nach und nach der Zerstörung anheimfallenden Zellen des

Mutterfadens und sinken noch mit der Membran des Oogonium bekleidet und von einem Rest des Befruchtungsschlauches gekrönt (IV. 11) zu Boden.

Nur gering und von unwesentlicher Natur sind die Verschiedenheiten, welche andere Species bei der der Befruchtung folgenden Reifung ihrer Oosporen zeigen.

So nimmt der Inhalt derselben später nicht immer eine braune, sondern, wie namentlich bei den Bulbochaete-Arten, oft eine schön rothe Färbung an (IV. 15; VI. 2, 5, 8, 9, 10), und in manchen Fällen verliert er alsdann zugleich seine körnige Beschaffenheit und erscheint wie ein einziger homogener, ölartiger Schleimtropfen.

Auch die Bräunung der Oosporen- und Oogonium-Membran tritt nicht bei allen Species ein; bei einigen bleiben diese Häute für immer farblos, obgleich sonst die Bräunung der Zellhäute im Alter eine in dieser Familie auch bei den vegetativen Theilen der Fäden sehr verbreitete Eigenthümlichkeit ist (IV. 13; V. 7). Immer aber nimmt die Membran der Oospore später an Dicke bedeutend zu und schliesst sich zugleich, wenn die Oospore das Oogonium völlig ausfüllt, der Oogonium-Membran so eng an, dass beide nur wie eine einzige, sehr dicke Zellhaut erscheinen.

In anderen Fällen, in welchen die Oosporen mehr oder weniger frei in dem Oogonium liegen, ist die Membran der Oospore auf ihrer äusseren Fläche nicht immer glatt, sondern je nach der Species verschiedenartig mit Warzen (III. 12; VI. 1, 3, 4), mehr oder minder zahlreichen Stacheln (V. 7a u. b) oder Dornen besetzt, oder sie zeigt, wie bei den Bulbochaete-Arten mit eiförmiger Oospore, eine Anzahl unter sich paralleler, geradlinig oder schief verlaufender Leisten (VI. 7, 10b, d, 11a), welche entweder auf der ganzen Oberfläche oder nur innerhalb einer bestimmten Breite auftreten. Endlich lösen sich die reifen Oosporen nicht immer aus dem Verbande der übrigen Zellen, sondern bleiben noch längere Zeit, oft bis zu ihrer eintretenden Entwickelung auf dem erblassten, aber noch nicht zerstörten Mutterfaden zurück (IV. 15).

Doch nicht alle Oogonien zeigen die im Vorhergehenden beschriebenen Vorgänge der Befruchtung und Bildung von Oosporen, denn nicht alle werden befruchtet, und nicht in allen Fällen entwickeln sich die Geschlechtsorgane in der ihrem geschlechtlichen Zwecke entsprechenden, normalen Weise.

Von den hier eintretenden Abweichungen von dem gesetzmässigen Bildungsgange will ich jedoch nur die eine hervorheben,

welche geeignet ist, den geringen Unterschied, welcher bei diesen einfachen Gewächsen noch zwischen Geschlechtsorgan und vegetativer Zelle besteht, in auffallender Weise darzuthun.

Es kommt nämlich sowohl bei Oedogonium als bei Bulbochaete vor, dass bereits angelegte Oogonien auf einer frühen Entwickelungsstufe stehen bleiben. Diese in ihrer Gestalt den normal ausgebildeten gleichenden Oogonien werden sogleich durch den geringeren Körnergehalt und später auch durch die Zerstörung des Chlorophylls ihrer Chlorophyllkörner und durch das Zusammenfallen ihres Inhalts kenntlich (III. 20, 21o, 22o). In ihnen entsteht keine Eintrittsöffnung für die Samenkörper, und ebenso unterbleibt die Umbildung ihres Inhalts zu einer Befruchtungskugel. Während sie aber bei ihrer mangelhaften Ausbildung für den Zweck der geschlechtlichen Fortpflanzung untauglich sind, können sie nichtsdestoweniger, wie vegetative Zellen sich theilend, zur Vermehrung der Zellenanzahl der Pflanze beitragen. Ich habe schon an einer früheren Stelle*) auf diesen abnormen Fall einer Theilung bereits angelegter Oogonien hingewiesen. Die vegetativen Zellen, welche in solcher Weise gebildet werden, besitzen aber, entsprechend den grösseren Dimensionen ihrer Mutterzelle, eine grössere Breite als die gewöhnlichen vegetativen Zellen der Pflanze, und daher findet man oft mitten in einem Oedogonium- oder Bulbochaete-Pflänzchen über einem in unentwickeltem Zustande verharrenden Oogonium plötzlich Fadenstücke oder Aeste von ganz auffallender Breite der Zellen, welche in Folge der regelwidrigen Theilung jener Oogonien, auf welchen sie stehen, entstanden sind (man vgl. Taf. III. Fig. 20, 21s, 22s und die Figurenerklärung). Es spricht Nichts für einen besonderen morphologischen oder physiologischen Werth dieser breiteren Fadenstücke oder Aeste, welche übrigens in der Gattung Bulbochaete auch noch daran zu erkennen sind, dass dem Oogonium, auf welchem sie stehen, noch ein zweiter vollständiger oder unvollständiger oder nur durch eine Borste vertretener Ast aufsitzt, während doch bei normalem Verhalten der Oogonien niemals zwei Aeste oder Zellen unmittelbar auf einem Oogonium stehen können. Auch die Oosporen dieser Familie zeigen, wie ich sogleich anführen werde, ein ähnliches Verhalten, indem sie bei eintretender Hemmung ihrer normalen Entwickelung in ihrer weiteren Ausbildung gleichfalls den Gang gewöhnlicher, vegetativer Zellen befolgen.

---

*) Seite 31.

Die Keimung der Schwärmsporen und die Entwickelung der Oosporen.

Die Keimung der ungeschlechtlich erzeugten Schwärmsporen ist in den früheren Abschnitten bereits öfters erwähnt worden und durch die Bemühungen früherer Forscher, namentlich durch Thuret und Al. Braun, hinlänglich bekannt. In ihren Hauptzügen stellt sie sich folgendermaassen dar.

Aus der Mutterzelle entschlüpft, setzt sich die Schwärmspore nach längerer, lebhafter Bewegung an passender Stelle mit ihrem hellen Vorderende fest. Dieses wird zu einer lappig getheilten (I. 17; II. 5, 6, 14; IV. 1, 15) oder mehr verzweigten (I. 19; II. 1, 7 a) Haft- oder Wurzelstelle. In einigen Fällen erkennt man deutlich die Bildung einer die Enden der Wurzelzasern umschliessenden und mit der Unterlage verkittenden Substanz (a in II. 1, 2, 5), welche mit Sicherheit als ausserhalb der eigentlichen Sporenzelle befindlich erkannt wird und deshalb wohl als ein Secretionsproduct der Zelle betrachtet werden darf. Bei diesem Festsetzen der Spore verschwinden ihre rings um das helle Vorderende gestellten Cilien, ohne dass man im Stande wäre, über die Art, wie dies geschieht, etwas Näheres anzugeben. Zugleich erhält die Schwärmspore einen bestimmteren, von doppelten Conturen begrenzten Umriss und stellt nun die erste Zelle einer neuen Pflanze dar, welche in der früher beschriebenen Weise der Zellvermehrung und des Wachsthums zu dem vielzelligen, bei Oedogonium unverzweigten, bei Bulbochaete verzweigten Faden auswächst.

Es verdient hier noch bemerkt zu werden, dass oft die kaum zur Ruhe gekommene Schwärmspore, also der Faden in noch einzelligem Zustande, seinen Inhalt schon wieder zur ausschlüpfenden Schwärmspore umbildet (I. 19), wodurch natürlich jede weitere Entwickelung des Fadens unmöglich wird.

Die Keimung oder vielmehr richtiger die Entwickelung der Oospore geschieht in wesentlich anderer Weise als die der Schwärmspore, indem sie nicht wie diese selbst und unmittelbar zur ersten Zelle einer neuen Generation wird, sondern in ihrem Innern erst die Zellen erzeugt, aus welchen der Mutterpflanze gleiche Generationen hervorgehen.

Zwar ist es mir bisher nur in einer einzigen Species geglückt, die Entwickelung der Oosporen zu beobachten, aber bei der gros-

sen Uebereinstimmung aller wesentlichen Merkmale in dieser Familie darf man, wie ich glaube, unbedingt die im Folgenden dargestellte Entwickelung der Oosporen von Bulbochaete intermedia, wenigstens ihren wesentlichen Erscheinungen nach, als eine für die ganze Familie der Oedogonieen gültige ansehen.

An Exemplaren dieser Species, die ich in meinem Zimmer cultivirte, und die sich im Laufe des Herbstes befruchtet hatten, fand ich Anfangs Januar die von der erblassten Mutterpflanze noch getragenen Oosporen in beginnender Entwickelung (IV. 15). Wie ich schon an einem anderen Orte*) beschrieben habe, wird die dickwandige, das Oogonium völlig ausfüllende, durch und durch rothe Oospore zuerst von ihrem Rande aus grün (IV. 15). Die innerste Schicht ihrer Wand durchbricht wachsend die äusseren Schichten und tritt, indem sie auch die anliegende Membran des Oogonium durch ihre Grössenzunahme sprengt, aus dem Oogonium hervor (IV. 15n, p, 16). Im Laufe weniger Stunden nimmt die freigewordene Zelle eine längliche, eiförmige Gestalt an (IV. 15p, 17), und ihr Chlorophyllgehalt vermehrt sich in demselben Maasse als der rothe Farbestoff ihres Inhalts abnimmt. Kurz darauf beginnt eine succedane Theilung ihres Inhalts (IV. 18, 19) bis schliesslich vier gesonderte Inhaltsportionen (IV. 20, 21) vorhanden sind, deren jede nach und nach sich zu einer Schwärmspore umbildet, welche ganz den gleichen Bau, dieselbe Cilienanordnung und die Grösse der gewöhnlichen Schwärmsporen dieser Species besitzt und sich von diesen nur noch durch einen geringen Gehalt jenes rothen Farbestoffes unterscheidet, welcher die Oospore, aus der sie erstand, erfüllt hatte (IV. 22). Inzwischen nimmt die noch vorhandene Umhüllungshaut der vier Schwärmsporen an Grösse zu, aber entsprechend an Dicke ab, bis sie berstend und sich auflösend das Entweichen der in ihrem Innern gebildeten Schwärmsporen nicht mehr verhindern kann, welche sich bald keimend festsetzen (IV. 15a, b, 23).

Ich muss aus den oben angegebenen Gründen annehmen, dass die Oosporen der übrigen Bulbochaete-Arten sowie die der Gattung Oedogonium sich ähnlich verhalten, wenn auch die Zahl der aus der Oospore gebildeten Zoosporen in beiden Gattungen und allen Species vielleicht nicht die gleiche sein mag. Doch darf ich nicht verschweigen, dass ich ein Mal eine Entwickelung einer scheinbaren

*) Monatsberichte der Königlichen Academie der Wissenschaften zu Berlin. März 1855.

Oospore einer Oedogonium-Species beobachtet habe, welche in anderer Weise vor sich ging.

Seit mehreren Jahren cultivire ich in meinem Zimmer in einem grösseren Glasgefässe eine Oedogonium-Species, welche vorzüglich gedeiht und sich noch immer durch Bildung und Keimung von Schwärmsporen fortpflanzt. Allein sämmtliche Exemplare bilden zwar zahlreiche Oogonien, aber niemals konnte ich bei vielfach wiederholter und zu verschiedenen Zeiten und Jahren unternommener Untersuchung Antheridien oder Mutterzellen von Androsporen an ihnen auffinden, so dass ich mich berechtigt glaube, die Species für eine diöcische zu halten, deren weibliche Exemplare allein in meinem Glase vegetiren. Unter den häufigen Oogonien, welche die Pflanze bildet, finden sich nur wenige, deren Inhalt sich zu einer wirklichen, von einer erkennbaren Zellhaut umgebenen Zelle umbildet; der Inhalt der meisten geht, eine natürliche Folge der mangelnden Befruchtung, sich zersetzend ohne jede weitere Gestaltung zu Grunde, oder sie theilen sich in der früher beschriebenen Weise gleich vegetativen Zellen, ungewöhnlich dicke Fadenstücke erzeugend (III. 20). Ich habe lange Zeit vergebens nach einer weiteren Entwickelung jener wenigen scheinbaren Sporen gesucht, die, wie ich oben bemerkte, doch hin und wieder in einem oder dem anderen Oogonium entstehen, bis ich endlich in einem einzigen Falle eine derartige Pseudospore in einem Zustande angetroffen habe, welcher einer beginnenden Entwickelung entspricht (IV. 24). Die beiden Zellen m und n waren offenbar aus einer Theilung der in dem Oogonium enthaltenen Pseudospore hervorgegangen, welche das Oogonium sprengend sich hier in einer der Wachsthumsrichtung des Mutterfadens entgegengesetzten Richtung zu entwickeln begann. Als ich zuerst diesen seltenen Zustand auffand, kannte ich die normale Entwickelung der befruchteten Oosporen von Bulbochaete noch nicht und hielt ihn deshalb für eine beginnende Keimung einer ruhenden Spore von Oedogonium, von deren geschlechtlichem Werth ich damals gleichfalls noch keine Ahnung hatte. Da aber, wie ich jetzt weiss, die ruhenden Sporen von Oedogonium befruchtet werden müssen, und eine vorhergegangene Befruchtung in dem vorliegenden Falle wegen Mangels der Männchen nicht möglich war, so kann ich jener auswachsenden Zelle nicht mehr den Werth einer wahren Oospore zuerkennen und glaube die Erscheinung als einen Fall abnormer Zelltheilung ohne jeden weiteren Entwickelungswerth auffassen zu müssen, wofür auch der

Umstand spricht, dass die Theilung jener Pseudospore in der gewöhnlichen und nicht in der den Oedogonieen eigenthümlichen Weise der Zelltheilung stattfand. Obgleich diese Auffassung noch dadurch unterstützt wird, dass auch bei Bulbochaete hin und wieder als Ausnahmefall ein Auswachsen von Befruchtungskugeln, welche nicht befruchtet worden sind, aber dennoch mit einer Zellhaut sich umgeben haben, beobachtet werden kann (IV. 25)*), aus welchen alsdann ganz in der Weise der Zweigbildung gewöhnlicher vegetativer Zellen seitlich ein normaler Ast hervortritt, so glaubte ich dennoch diesen vereinzelten Fall nicht mit Stillschweigen übergehen zu dürfen, so lange noch nicht direct bei einer Oedogonium-Species die Entwickelung sicher befruchteter Oosporen in der bei Bulbochaete gefundenen Weise beobachtet worden ist.

Ebensowenig darf ich eine zweite Erscheinung unerwähnt lassen, welche gleichfalls für die unmittelbare Keimung der Oosporen von Oedogonium angeführt werden könnte.

Ich habe nämlich oft kürzere Fäden einer kleinen, unbestimmbaren Oedogonium-Art mit einer eigenthümlich vergrösserten Basalzelle auf den Wänden der Gläser, in welchen ich Oedogonien cultivirte, aufsitzen gefunden (I. 20, 21). Diese kurzen Fäden waren offenbar aus einer Theilung ihrer angeschwollenen Basalzelle hervorgegangen, denn ich fand die verschiedensten Mittelstufen zwischen den noch ungetheilten Basalzellen und den mehrzelligen, auf der Basalzelle stehenden Fäden unter einander (I. 21). Sie erschienen daher wie junge Keimlinge einer Oedogonium-Species, und demnach hätte ihre angeschwollene Basalzelle eine sich entwickelnde Spore sein müssen. Die Gestalt und Wurzelausbreitung keimender Schwärmsporen der Oedogonieen, welche für die ganze Familie durchweg gleichartig ist, macht es aber undenkbar, dass jene Basalzellen zur Ruhe gekommene Schwärmsporen sein sollten, und es bliebe daher nur übrig, sie für sich entwickelnde Oosporen zu halten. Jedoch zur Begründung dieser Annahme fehlt die Kenntniss sämmtlicher Mittelstufen, denn in so grosser Anzahl diese kleinen Fäden sich bei mir auch entwickelten und noch entwickeln, ich war bisher nicht im Stande, fructificirende Pflänzchen zu entdecken, und ich kenne daher weder die Oogonien noch die Oosporen der Species, zu welcher jene Pflänzchen gehören möchten.

*) Die beobachteten Fälle von Parthenogenesis als Analogie hierher zu ziehen, möchte vielleicht nicht zu gewagt erscheinen.

Zwar habe ich hin und wieder an der angeschwollenen Basalzelle der kleinen Fäden noch eine weitere Hülle gefunden (I. 20), welche als Rest einer Oogonium-Membran betrachtet werden könnte; allein die Grösse dieser Hülle würde, wenn sie die Mutterzelle jener Basalzelle gewesen sein sollte, dafür sprechen, dass mehrere solcher Basalzellen sich in ihr gebildet haben möchten, was wiederum dem Verhalten der Oogonien aller übrigen Oedogonieen entgegen wäre, welche in ihrem Innern ohne Ausnahme nur eine Oospore erzeugen. Kurz, die wahre Bedeutung jener sonderbaren Pflänzchen, die auch von Anderen schon beobachtet worden sind, und der Werth ihrer auffallenden Basalzelle ist noch unerklärt; aber keineswegs spricht das Wenige, was man über diese Bildungen weiss, schon mit Bestimmtheit für die Annahme, dass die Oosporen von Oedogonium unmittelbar zu Fäden auswachsen.

Gesammtbild des Entwickelungskreises.

Will man eine vollständige Uebersicht über den Entwickelungsgang der Oedogonieen gewinnen, so muss man zuvörderst noch die näheren Verhältnisse, unter welchen ihre beiden Vermehrungsorgane, die Schwärmsporen und Oosporen, auftreten, sowie die hiermit zusammenhängende, bestimmte Generationsfolge physiologisch verschiedener Individuen näher ins Auge fassen.

Die Schwärmsporen entstehen, wie wir gesehen haben, in den vegetativen Zellen der Pflanze. Es muss aber bemerkt werden, dass sie nicht nur ohne Ausnahme in den vegetativen Zellen der Geschlechtspflanzen sich bilden können, so also, dass dieselben Individuen, welche die Oogonien oder Antheridien tragen, zugleich in ihren vegetativen Zellen Schwärmsporen erzeugen, sondern dass es auch besondere, nur Schwärmsporen erzeugende, also ungeschlechtliche Individuen in dieser Familie giebt, welche niemals Geschlechtsorgane bilden, sondern, nur aus vegetativen Zellen bestehend, sich ausschliesslich durch Schwärmsporen vermehren. Zugleich unterscheiden sich häufig die ungeschlechtlichen Individuen von den geschlechtlichen durch eine etwas stärkere Entwickelung, d. h. durch grössere Dimensionen ihrer Zellen.

Es sind daher in jeder Species dieser Familie mehrere (2 — 3) Formen zu unterscheiden, und zwar in den monöcischen Species zwei: die geschlechtlich monöcische und die ungeschlechtliche; in

den diöcischen Species drei: die weibliche, die männliche und die ungeschlechtliche, und in den gynandrosporischen Species ebenfalls drei: die weibliche, welche zugleich die Androsporen bildet, die zwergartige männliche und die ungeschlechtliche. Nun gehen zwar, da ja auch die Oosporen nicht unmittelbar keimen, sondern erst in ihrem Innern Schwärmsporen bilden, sämmtliche Individuen, die geschlechtlichen sowohl als die ungeschlechtlichen, aus keimenden Schwärmsporen hervor; es ist aber nicht zufällig, ob aus einer Schwärmspore sich ein geschlechtliches oder ungeschlechtliches Individuum entwickelt, sondern es tritt eine gesetzmässige Aufeinanderfolge der verschiedenartigen Individuen in der Weise ein, dass regelmässig in jedem Entwickelungscyclus von Generationen eine grössere oder kleinere Reihe ungeschlechtlicher Generationen dem Auftreten der geschlechtlichen Individuen vorangeht. In einem zusammenhängenden Entwickelungscyclus von Generationen nehmen daher die geschlechtlichen Individuen stets die letzten Glieder ein.

Das gleiche Verhalten in der Aufeinanderfolge der verschiedenartigen Generationen zeigen, wie ich schon jetzt mit Bestimmtheit aussprechen kann, auch die Coleochaeteen, Vaucherien und Saprolegnien*), und dasselbe scheint unter den Algen überhaupt weit verbreitet zu sein, so dass die Berücksichtigung dieses Verhältnisses gewiss die Auffindung der Geschlechtsorgane in denjenigen Familien, in welchen sie noch unbekannt sind, erleichtern wird.

Die bis hierher dargestellten Entwickelungsverhältnisse der Oedogonieen lassen sich nun, wenn man die an verschiedenen Arten gefundenen und sich ergänzenden Erscheinungen verbinden darf, zu einem Gesammtbilde des in dieser Familie herrschenden Entwickelungsganges verbinden, und es wird nicht überflüssig sein,

*) Bei der Achlya prolifera (Saprolegnia ferax Ktz.) habe ich diesem Verhältnisse der Aufeinanderfolge zuerst eine besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Die eigenthümlichen Wachsthumsverhältnisse dieser Pflanze erleichtern die Uebersicht über die ganze Reihe der aus einander entstehenden Generationen in hohem Grade, und die rasche Entwickelung der Pflanze gestattet es, sich in wenigen Tagen mit Bestimmtheit davon zu überzeugen, dass auch hier dem Auftreten der geschlechtlichen Generationen regelmässig eine grössere Reihe ungeschlechtlicher vorhergeht. Ich verweise deshalb auf dieses leicht zu controlirende Beispiel und auf meinen dieses Verhältniss ausführlich entwickelnden Aufsatz (Die Entwickelungsgeschichte der Achlya prolifera in Nova Acta Ac. C. L. N. C. Vol. XXIII. P. I. Pag. 427 ff.). Ich muss jedoch zum näheren Verständnisse bemerken, dass zu der Zeit, als jener Aufsatz geschrieben wurde, die Existenz des Geschlechtes bei den Algen noch nicht bekannt war, und Niemand daran

den ganzen Entwickelungskreis noch zu einem anschaulichen Ueberblick hier kurz zusammenzufassen.

In den durch geschlechtliche Zeugung entstandenen Oosporen (den Eiern) der Oedogonieen entstehen bei eintretender Entwickelung ihres Inhalts mehrere (ob immer vier ist fraglich) Schwärmsporen, welche keimend unmittelbar zu ungeschlechtlichen Individuen auswachsen. Diese erzeugen in ihren Zellen Schwärmsporen, aus welchen neue ungeschlechtliche Individuen hervorgehen, welche wiederum durch Bildung von Schwärmsporen neue ungeschlechtliche Individuen hervorrufen. Indem dieser Vorgang sich, je nach der Species, mehr oder minder oft wiederholt, entsteht eine grössere oder geringere Anzahl aufeinanderfolgender, ungeschlechtlicher Generationen, bis endlich die Reihe dieser von geschlechtlichen unterbrochen wird, indem bald früher, bald später die aus den ungeschlechtlichen Individuen entschlüpfenden Schwärmsporen bei ihrer Keimung zu geschlechtlichen Individuen werden. Je nach dem Geschlechtsverhältnisse der betreffenden Species entstehen aus den Schwärmsporen der letzten ungeschlechtlichen Generationen entweder zweierlei Individuen verschiedenen Geschlechts, wie bei den diöcischen Arten, oder nur Individuen einerlei Art, wie bei den monöcischen und den gynandrosporischen Species, bei welchen letzteren aus jenen Schwärmsporen nur weibliche Pflanzen hervorgehen, die erst selbst in besonderen Zellen eigenthümliche, für die Bildung der männlichen Pflänzchen bestimmte Schwärmsporen erzeugen.

Aus der Befruchtung der in den weiblichen Geschlechtsorganen entstehenden Befruchtungskugeln vermittelst der in den Antheridien gebildeten Samenkörper gehen schliesslich die Oosporen hervor,

---

dachte, in den ruhenden Sporen die geschlechtlich erzeugten Eier zu vermuthen. Ich habe daher dort nur die Aufeinanderfolge von Generationen mit Schwärmsporenbildung und Generationen mit Bildung ruhender Sporen nachgewiesen und gezeigt, dass die letzteren erst am Ende des Entwickelungscyclus der Achlya auftreten, bei ihrer Keimung aber selbst wieder Generationen mit Schwärmsporenbildung hervorrufen, die einen neuen Entwickelungscyclus einleiten. Dass aber die ruhenden Sporen der Achlya wirklich befruchtete Eier sind, und die Befruchtung dieser Pflanze gerade so vor sich geht, wie ich es schon vermuthungsweise in meinem Aufsatze über die Befruchtung und Keimung der Algen (Monatsber. der Berl. Acad. März 1855. S. 156 [24]) ausgesprochen habe, davon habe ich mich neuerdings durch die Auffindung der Samenkörper dieser Pflanze und die directe Beobachtung ihrer Befruchtung sicher überzeugt. Das Nähere hierüber behalte ich mir vor in einem besonderen Aufsatze zu veröffentlichen.

welche in einen Ruhezustand übergehend den Generationscyclus schliessen, um nach einer längeren oder kürzeren Vegetationspause sich wieder in der geschilderten Weise entwickelnd einen neuen Generationscyclus zu eröffnen.

Es darf jedoch hierbei nicht übersehen werden, dass nicht in allen Arten die Dauer eines Generationscyclus mit der Dauer der gewöhnlichen Vegetationsperiode in unseren Climaten zusammenfällt, sondern dass oft mehrere Generationscyclen in einer Vegetationsperiode abgeschlossen werden. So beginnt zum Beispiel die Entwickelung der Oosporen von Oedogonium ciliatum im ersten Frühlinge, und die Oosporen, welche den ersten Generationscyclus schliessen, entstehen bereits nach mehreren Wochen und erwachen schon nach einer mehrwöchentlichen Pause nochmals in demselben Sommer zu einer neuen Entwickelung, welche sich noch im Herbste desselben Jahres wieder abschliesst; so dass also mindestens zwei Generationscyclen dieser Species in eine Vegetationsperiode fallen. Auch dieses Verhältniss findet sich in anderen Algenfamilien wieder; aber die Ursachen, welche die Zeit des Auftretens der geschlechtlichen Generationen und die in den verschiedenen Species grössere oder geringere Anzahl der vorausgehenden ungeschlechtlichen Generationen bestimmen, sind noch völlig unbekannt.

Die Bestimmung und Unterscheidung der Arten.

Für die Unterscheidung der Arten reicht bei den Oedogonieen ebensowenig wie bei den übrigen Conferven die Angabe der Grössenverhältnisse, der Länge und Breite der Zellen, welche auch in dieser Familie fast ausschliesslich als Artmerkmal benützt worden ist, aus. Ein Mal, weil diese Verhältnisse überhaupt immer höchst unsicher und unbrauchbar sind, dann aber auch, weil bei den Oedogonieen ganz besonders die Zellen derselben Pflanze, wie ja allgemein bekannt ist, in ihren Dimensionen so sehr abweichen, dass es fast ganz unmöglich ist, ein irgendwie brauchbares Grössenmittel für die Zellen einer Species anzugeben. Hierzu tritt endlich noch der Umstand hinzu, dass die verschiedenen Individuen derselben Art, wie ich im Vorhergehenden gezeigt habe, nicht immer in ihrer Grösse übereinstimmen. So ist die ungeschlechtliche Pflanze oft grösser als die geschlechtliche derselben Art, die weibliche grösser als die männliche, und dieses letztere findet nicht blos bei den

Species mit Zwergmännchen, sondern auch bei den rein diöcischen Arten statt.

Ausser den Grössenverhältnissen sind zwar hin und wieder noch einige andere auffallendere Eigenthümlichkeiten einzelner Species zur Unterscheidung benützt worden, so z. B. die Stacheln der Oosporen-Membran bei Oedog. echinospermum, die wellige Biegung der Zellwände bei Oedog. undulatum, die Gestalt der Oogonien bei Oedog. hexagonum u. s. w.; allein ganz abgesehen davon, dass solche vereinzelte Merkmale nicht einmal für diejenige Species, die sie charakterisiren sollen, vollständig genügen, finden sich in den meisten wirklichen Species gar nicht so unmittelbar in die Augen springende Kennzeichen, und diese können daher nur aus einer eingehenden, vergleichenden Betrachtung sämmtlicher Merkmale, welche ihre verschiedenen Entwickelungsstufen zeigen, erkannt werden.

Die vorhergehende morphologische Untersuchung hat nun eine Reihe bisher für die Systematik unbenützter Formen- und Bildungsverschiedenheiten dieser Pflanzen aufgedeckt, in welchen uns unmittelbar specifisch verschiedene Typen entgegentreten, und es möge eine kurze Besprechung dieser Merkmale von dem Gesichtspunkte ihres Werthes für die systematische Unterscheidung der Arten hier noch eine Stelle finden, obgleich sie der Natur der Sache nach nur eine Wiederholung der in dem morphologischen Theile dargestellten Bildungsverhältnisse sein kann.

Dass diese Merkmale wesentliche Eigenthümlichkeiten der Arten repräsentiren, dafür spricht ihre Unveränderlichkeit, von der mich eine mehrjährige Beobachtung der in jedem Sommer an denselben Localitäten unter den gleichen Erscheinungen wiederkehrenden Formen überzeugt hat, sowie die Erhaltung dieser Formeneigenthümlichkeiten bei der Cultur der Pflanzen im Zimmer für ihre Beständigkeit unter veränderten Lebensbedingungen einen genügenden Beweis abgiebt. Gleichgiltig aber, wie man über die Arten und ihre Beständigkeit denken mag, soviel ist gewiss, dass sich dieselben Formen immer wieder finden, und dass sie mit der grössten Sicherheit nach den von mir als wesentlich bezeichneten Merkmalen erkannt und unterschieden werden können.

Zunächst muss für die Oedogonieen — und dies gilt ziemlich allgemein, mindestens für alle Conferven und die anderen niederen Algenformen — festgehalten werden, dass keine Form im unfruchtbaren Zustande mit Sicherheit specifisch bestimmt werden kann.

Man muss deshalb bei den monöcischen Arten die Geschlechtspflanze im Reifezustande, bei den diöcischen die männliche und die weibliche Pflanze und bei den gynandrosporischen Species endlich die weibliche Pflanze und die Zwergmännchen, und zwar sämmtliche Formen mit entwickelten Geschlechtsorganen, kennen, wenn man ein gültiges Urtheil über die Art fällen will. Die Bestimmung einer Species, von welcher nicht alle bei den Geschlechtsorganen auftretenden Merkmale, welche ich gleich einzeln anführen werde, vollständig gekannt sind, wird immer unsicher und unzuverlässig bleiben.

Bei den weiblichen Geschlechtsorganen erscheint die Form der Oosporen und die Art, wie sich die Oogonien öffnen, als wesentlich und constant.

Man kann Arten mit kugeligen und Arten mit eiförmigen Oosporen unterscheiden. Zu den ersteren rechne ich nicht blos alle diejenigen, bei welchen der Längsdurchmesser der Oospore dem Breitedurchmesser vollkommen gleicht (V. 1, 2, 6, 7), was doch nur in den wenigsten Fällen genau stattfindet, sondern auch alle diejenigen, bei welchen der Breitedurchmesser der Oosporen den Längsdurchmesser übertrifft, weil nur in wenigen hierher gehörigen Fällen die Gestalt der Oospore sehr stark von der Kugelgestalt abweicht (V. 3, 4, 5). Zu den Arten mit eiförmigen Oosporen rechne ich dann alle diejenigen, bei welchen der Längsdurchmesser der Oospore grösser als der Breitedurchmesser ist (V. 8, 9, 10). Nach der Art, wie sich die Oogonien öffnen, unterscheiden sich die Arten ferner in zweifacher Weise. Bei den einen klappen die Oogonien an ihrer Spitze auf, und es tritt aus dem geöffneten Oogonium ein seitlich mit einem Loche versehener Befruchtungsschlauch hervor (V. 1, 8); bei den anderen öffnen sich die Oogonien in einfacherer Weise vermittelst eines seitlich in ihrer Wand entstehenden, scharf umschriebenen Loches (V. 2—7, 9, 10). Dieses entsteht aber in den verschiedenen Species an einer ganz bestimmten Stelle, entweder nämlich in der Mittellinie (V. 3b, 4e, 5b, 6) oder in der unteren (V. 7) oder endlich in der oberen Hälfte (V. 2, 9, 10; VI. 8, 11c; III. 18, 19) des Oogonium.

In den männlichen Geschlechtsorganen, den Antheridien als solchen, treten in den besonderen Species weniger auffallende Verschiedenheiten hervor.

Zunächst ist hier die Anzahl der Antheridienzellen zu berücksichtigen, welche häufig eine ganz bestimmte ist oder, wo dies auch

nicht der Fall ist, doch meist nur in geringen Grenzen schwankt. Von wesentlicher Bedeutung scheint ferner, ob — wie es in einer Species bestimmt stattfindet — in jeder Antheridiumzelle nur ein Samenkörper sich bildet (V. 3a) oder 3b — wie dies sonst allgegemein der Fall zu sein scheint — in jeder Antheridiumzelle zwei Specialmutterzellen und in jeder derselben ein Samenkörper, also in jeder Antheridiumzelle zwei Samenkörper entstehen. Ferner ist in den Fällen mit zwei Specialmutterzellen in jeder Antheridiumzelle noch die Richtung der Scheidewand der Specialmutterzellen maassgebend; ob diese nämlich wie gewöhnlich parallel der Längsrichtung des Fadens (V. 1, 2c, 9v u. s. w.) oder senkrecht gegen diese (V. 10b, c, f) ist.

Von grösserem und durchaus constantem Werthe ist ferner das Geschlechtsverhältniss der Arten, nach welchem diese entweder monöcisch, gynandrosporisch oder diöcisch sind.

Bei den monöcischen Arten lassen sich alsdann in dem Geschlechtscharakter keine weiteren als die bereits besprochenen Merkmale der männlichen und weiblichen Geschlechtsorgane auffassen.

Bei den diöcischen Arten tritt noch die übereinstimmende oder abweichende (V. 10a, b) Grösse der männlichen und weiblichen Pflanze hinzu.

Bei den gynandrosporischen Species endlich, zu welchen sämmtliche Arten der Gattung Bulbochaete gehören und welche auch die grössere Anzahl der Arten von Oedogonium auszumachen scheinen, ergeben sich aber ausser den bereits angeführten noch eine grosse Menge von Merkmalen aus der verschiedenen Form und dem abweichenden Bau der Zwergmännchen und nach dem Orte, wo diese sich auf der weiblichen Pflanze festsetzen. Nach ihrer Form lassen sich gerade (V. 4e, 5; VI. 3, 4, 7, 10, 11v) und gekrümmte (V. 8, 9; VI. 1, 2) Zwergmännchen unterscheiden; nach ihrem Baue solche, welche eine vom Antheridium deutlich geschiedene, geschlechtlich unfruchtbare Fusszelle besitzen, Männchen mit Fuss (V. 5—9; VI. 1—11), und solche, bei denen eine Fusszelle nicht vorhanden ist, Männchen ohne Fuss (V. 4e, f). Unter den Männchen, welche eine deutliche Fusszelle besitzen, zeigt sich ferner ein hervorzuhebender Unterschied nach der Entstehung des Antheridiums. Entweder nämlich bricht die Androspore unter dem Modus der Zelltheilung der Oedogonieen sich theilend auf, und die hervorgehobene obere Tochterzelle wird zum Antheridium, während die untere, nun in der aufgebrochenen

Androsporen-Membran steckende Tochterzelle zur Fusszelle des Männchens wird (V. 6—9; VI. 2, 5, 8, 10, 11) — die so entstandenen Antheridien nenne ich äussere — oder die Androspore theilt sich, ohne dass sie gleichzeitig aufbricht, durch eine Scheidewand in eine obere, zum Antheridium und eine untere, zur Fusszelle werdende Abtheilung (V. 5; VI. 1, 3, 4), und diese so entstandenen Antheridien nenne ich innere. — Unter den Männchen mit Fuss unterscheide ich daher noch solche mit äusserem und solche mit innerem Antheridium.

Bei den Zwergmännchen kommt ferner noch das Verhältniss ihrer Grösse zu der Grösse der Oogonien derselben Species in Betracht, dann die Anzahl der Zellen ihrer Antheridien, die hier fast durchweg eine genau bestimmte ist, und der Umstand, ob sie sich auf dem Oogonium der weiblichen Pflanze selbst oder nur in dessen Nähe festsetzen. Endlich aber geben ausser den Zwergmännchen hin und wieder in den gynandrosporischen Species auch noch die Mutterzellen der Androsporen brauchbare Kennzeichen ab.

Nach den genannten, von den Geschlechtsorganen hergenommenen Merkmalen, deren genaue Kenntniss die erste und nothwendigste Bedingung jeder Artbestimmung ist, sind auch die übrigen Charaktere, welche die Pflanze sonst noch darbietet, zu berücksichtigen. Ausser den besonderen Eigenthümlichkeiten, welche sich noch hin und wieder bei einigen Species finden, wie ich sie schon oben von Oedog. echinospermum, undulatum etc. angeführt habe, sind es dann vorzüglich noch diejenigen Charaktere, welche die vegetativen Theile der Pflanze zeigen. Denn die Schwärmsporen, die scheinbar noch zu berücksichtigen wären, haben in der ganzen Familie einen durchweg so gleichartigen Bau, dass sie für die Zwecke der Systematik fast gar keinen Werth besitzen, und dasselbe gilt von den Androsporen und den Samenkörpern. Dagegen zeigen die Fäden selbst in ihren vegetativen Theilen noch einige wichtigere Charaktere, die nicht ausser Acht gelassen werden dürfen.

Zuförderst ist hier die Beschaffenheit der Endzelle des Fadens, d. h. der wahren, bei der ersten Theilung der keimenden Schwärmspore, aus welcher der Faden entstand, hervorgetretenen, oberen Tochterzelle wichtig. Ich habe dies schon in dem Eingange zu dieser Abhandlung hervorgehoben und dort angegeben, dass bei einigen Species die wahre Endzelle des Fadens keine auffallenden Formabweichungen von den übrigen Fadenzellen zeigt, dass sie

dagegen in anderen Species in eine längere oder kürzere Spitze ausgezogen ist, bei noch anderen Species in eine lange und inhaltsleere Borste sich umwandelt, und dass endlich in selteneren Fällen nicht nur die Endzelle, sondern auch die auf die Endzelle folgenden Zellen abnorm verlängert erscheinen, indem sie als verhältnissmässig lange und inhaltsarme Cylinder auftreten.

Zu diesen Charakteren wird schliesslich auch die Angabe der Grössenverhältnisse der Theile, so die der Oosporen, der verschiedenen Schwärmsporen und der Samenkörper, hin und wieder auch die der vegetativen Zellen mit Nutzen hinzutreten, da in einzelnen Fällen so bedeutende Grössenverschiedenheiten auftreten, dass die Grösse an sich schon wenigstens einen Anhaltspunkt für eine anderweitige genauere Artbestimmung abgiebt.

Die angegebenen und besprochenen Merkmale lassen sich leicht in ein Schema bringen, in welches die untersuchten Arten, sofern die Kenntniss ihrer morphologischen Verhältnisse schon vollständig genug ist, eingereiht werden können. Ohne über den relativen Werth jener Merkmale bei einer natürlichen Anordnung streiten zu wollen, habe ich zum Schlusse dieser Abhandlung eine systematische Gruppirung entworfen, welche vor der Hand für die nächsten Zwecke der genaueren Artbestimmung genügen wird. Sie soll nur die Merkmale, auf welche es zunächst bei der Bestimmung ankommt, hervorheben, und ich habe deshalb aus den verschiedenen Abtheilungen auch nur einige Beispiele zur Erläuterung der Art und Weise der Beschreibung angeführt und, soweit es zur Veranschaulichung der verschiedenen morphologischen Verhältnisse nöthig schien, abgebildet. Ich beabsichtige erst später eine vollständige systematische Zusammenstellung der Arten dieser Familie, zu welcher ich das Material noch sammle, zu liefern. Es wird jedoch nöthig sein, noch einige Bemerkungen über die Gattungen, die man in dieser Familie aufgestellt hat, vorauszuschicken.

Sämmtliche Arten dieser Familie können füglich unter die Gattungen Oedogonium Lnk. und Bulbochaete Agardh. vertheilt werden. Die Trennung dieser beiden Gattungen auf Grund der mangelnden oder vorhandenen Verzweigung scheint mir eine natürliche, weil dieser Charakter auch in anderen Confervenfamilien eine durchgreifende Verschiedenheit anzeigt, so bei Conferva und Cladophora, Ulothrix und Stigeoclonium u. s. w., und weil der Mangel jeder Verzweigung bei Confervenfäden sogar für weitere Formenkreise, wie z. B. für die Spirogyren, typisch ist.

Die von Kützing aufgestellten Gattungen Cymatonema und Psichohormium umfassen gleichfalls zu den Oedogonieen gehörige Formen; sie sind jedoch auf Charaktere gegründet, welchen ich nicht den Werth von Gattungscharakteren zuerkennen möchte. Die Pflanzen, welche beide Gattungen bilden, unterscheiden sich weder im Baue noch in der Fructification wesentlich von den anderen Oedogonieen. Cymatonema ist nur durch die wellige Biegung der Zellwände verschieden; Psichohormium nur dadurch, dass die hierher gehörigen Arten auf ihrer äusseren Fläche eine von einem Mineralsalze incrustirte, organische Substanz ablagern, welche oft in einer sehr starken Schicht die Zelle bedeckt*). Die Arten beider Gattungen scheinen mir mit Oedogonium verbunden werden zu müssen.

Bezüglich der in der nachfolgenden Beschreibung einiger Arten gegebenen Zahlen für die Grössenverhältnisse erwähne ich, dass sie sämmtlich in Millimetern angegeben sind, und bemerke nochmals, dass namentlich die Angaben für die Dimensionen der vegetativen Zellen bei den grossen Abweichungen, die hier stattfinden, nur innerhalb weiter Grenzen zuverlässig sind.

Oedogonieen. Cryptogamische Wasserpflanzen von einfachem, zelligem Baue, aus unverästelten oder verästelten Zellreihen bestehend, mit eigenthümlichem Modus der Zelltheilung unter Aufbrechen der Mutterzelle. Schwärmsporen einzeln in den vegetativen Zellen aus deren ganzem Inhalte gebildet, rings um ihre Mundstelle mit Cilien versehen. — Oogonien nackt, in der Reihe der übrigen Zellen. — Antheridien fadenartig, aus mehreren, in einer Reihe angeordneten Zellen. — Samenkörper von der Gestalt der Schwärmsporen, einzeln oder zu zweien in den Antheridiumzellen. — Oosporen einzeln in jedem Oogonium aus dessen ganzem Inhalte gebildet, nach längerer Vegetationspause mehrere (vier) Schwärmsporen in ihrem Innern erzeugend.

Gattungen: Oedogonium und Bulbochaete.

I. **Oedogonium,** Zellreihen unverästelt.

A. Oosporen, kugelig.

a. Oogonien, mit aufklappendem Deckel sich öffnend.

α. monöcisch.

*) Behandelt man diese Pflanzen unter dem Mikroskope mit einer verdünnten Mineralsäure (NO^5. SO^3. HCl.), so löst sich das incrustirende Salz unter Aufbrausen auf, und es bleibt nur die farblose, organische Masse als ein dünner oder dickerer Ueberzug der Zelle zurück. Das incrustirende Salz ist wahrscheinlich kohlensaurer Kalk oder kohlensaures Eisenoxyd.

1) **Oedog. rostellatum** (V. 1). Oog. eiförmig. Befruchtungsschlauch sehr niedrig und unscheinbar. Oosp. kugelig, das Oog. nicht völlig ausfüllend. Anth.*) 3—4 zellig. Zelld. (Dicke) $= \frac{1}{35}$. Zelll. (Länge) 2—$2\frac{1}{2}$mal grösser. Oospdmss. (Durchmesser) $= \frac{1}{25}$—$\frac{1}{27}$. Smkpr. (Samenkörper) $= \frac{1}{110}$.

β. gynandrosporisch.

γ. diöcisch.

b. Oogonien, mit einem seitlichen Loche sich öffnend.

α. monöcisch.

2) **Oedog. curvum** (V. 3). Oog. in der Längsrichtung zusammengedrückt, Loch in der Mittellinie. Oosp. das Oog. völlig ausfüllend, von der Form des Oog. Anth. 3—4 zellig, in jeder Anth.-Zelle nur ein Samenkörper. Fäden kurz an ihrer Spitze zurückgebogen. Zelld. $= \frac{1}{140}$. Zelll. $1\frac{1}{2}$—3 mal grösser. Oospd. $= \frac{1}{50}$. Oospl. $= \frac{1}{60}$.

3) **Oedog. tumidulum****) (V. 2). Oog. eiförmig, Loch in der oberen Hälfte. Oosp. kugelig, das Oog. nicht ausfüllend. Anth. wenig- (meist 2-) zellig. Stützzelle wenig Inhalt führend. Zelld. $= \frac{1}{60}$. Zelll. $2\frac{1}{2}$—6 mal grösser. Oospdmss. $= \frac{1}{30}$—$\frac{1}{22}$ in demselben Faden. Smkprl. $= \frac{1}{90}$.

β. gynandrosporisch.

4) **Oedog. Rothii.** Hass. (V. 4). Männchen gerade, auf dem Oog. festsitzend, ohne Fuss. Oog. eiförmig, aber in der Mitte aufgetrieben, Loch in der Mittellinie. Oosp. im Längsdurchmesser zusammengedrückt, den aufgetriebenen Theil des Oog. erfüllend. Zelld. $= \frac{1}{178}$—$\frac{1}{150}$. Zelll. 3—8 mal grösser. Oogd. $= \frac{1}{50}$. Oogl. $= \frac{1}{64}$.

5) **Oedog. depressum** (V. 5). Männchen gerade, auf dem Oog. festsitzend, mit Fuss und innerem Anth. Anth. ein-

---

*) Ueberall, wo es nicht anders angegeben ist, hat das Antheridium den gewöhnlichen Bau, wonach seine Zellen noch durch eine Scheidewand in die beiden Specialmutterzellen getheilt sind, und zwar ist die Scheidewand überall — mit Ausnahme des Falles, in welchem es bemerkt ist — horizontal, d. h. parallel den übrigen Scheidewänden der Pflanze.

**) Diese Abtheilung monöcischer Pflanzen, welche eine kugelige Oospore haben und deren Oogonien sich mit einem seitlichen Loche öffnen, enthält eine grössere Anzahl in allen wesentlicheren Verhältnissen übereinstimmender und dennoch im Habitus abweichender Species, die schwer zu unterscheiden sind. Sie gleichen alle mehr oder weniger dem oben angeführten tumidulum, dessen scharfe Abscheidung von den übrigen ich jedoch noch nicht verbürgen kann, so dass die Form mehr die ganze Gruppe als schon eine bestimmte Species repräsentirt. Die Grössenverhältnisse der Theile weichen gerade hier sehr bedeutend in demselben Exemplare ab, so dass sie gar keinen Anhaltspunkt gewähren können. Es bleiben nur noch die Charaktere der Endzelle und der Antheridien übrig.

zellig. Oog. im Längsdurchmesser zusammengedrückt, Loch in der Mittellinie. Oosp. von der Form des Oog., dasselbe nicht ausfüllend. Zelld. = $\frac{1}{118}$. Zelll. 3—6 mal grösser. Oospd. = $\frac{1}{44}$. Oospl. = $\frac{1}{58}$.

6) Oedog. Braunii. Ktz. (V. 6). Männchen wenig gekrümmt, in der Nähe des Oog. festsitzend, mit Fuss und äusserem Anth. Anth. einzellig. Oog. eiförmig, in der Mitte etwas aufgetrieben, Loch in der Mittellinie. Oosp. kugelig, das Oog. nicht völlig ausfüllend. Stützzelle inhaltsarm, Faden hin und her gebogen. Zelld. = $\frac{1}{111}$ — $\frac{1}{80}$. Zelll. 2—4—5 mal grösser. Oospdmss. = $\frac{1}{34}$.

7) Oedog. echinospermum. Al. Br. (V. 7). Männchen fast gerade, auf der Stützzelle festsitzend, mit Fuss und äusserem Anth. Anth. einzellig. Oog. eiförmig, Loch in der unteren Hälfte. Oosp. kugelig, mit Stacheln besetzt, Zelld. = $\frac{1}{80}$. Zelll. 4—5 mal grösser. Oospdmss. = $\frac{1}{33}$.

γ. diöcisch.

B. Oosporen, eiförmig.

a. Oogonien, mit aufklappendem Deckel sich öffnend.

α. monöcisch.

β. gynandrosporisch.

8) Oedog. ciliatum*). Hass. (V. 8). Männchen gekrümmt, auf dem Oog. festsitzend, mit Fuss und äusserem Anth. Anth. einzellig. Oog. eiförmig. Befruchtungsschlauch gross, mit deutlichem, seitlichem Loche. Oosp. den aufgebrochenen Theil des Oog. ausfüllend. Zelld. = $\frac{1}{60}$. Zelll. 3—4 mal grösser. Oogd. = $\frac{1}{25}$. Oogl. = $\frac{1}{18}$. Oospd. = $\frac{1}{27}$. Oospl. = $\frac{1}{20}$. Smkprl. = $\frac{1}{120}$ — $\frac{1}{100}$.

γ. diöcisch.

b. Oogonien, mit einem seitlichen Loche sich öffnend.

α. monöcisch.

---

*) Es giebt mehrere Oedogonien, welchen der Charakter „ciliatum“ zukommt; ich kenne ausser der oben angeführten noch drei, welche ebenfalls eiförmige Sporen haben und von welchen zwei sich gleichfalls mit einem Deckel öffnen, aber bedeutend kleiner sind, während die dritte sich mit einem seitlichen Loche in der oberen Hälfte des Oogonium öffnet und zugleich monöcisch ist. Die Letztere hat ganz den Habitus und die Fadendicke von Oedog. ciliatum. Welche Art Hassal, der die Species „ciliatum“ aufgestellt hat, eigentlich beobachtete, jene monöcische oder die oben angeführte gynandrosporische, ist ebensowenig aus seiner Beschreibung zu erkennen, als es möglich ist, andere Species mit Sicherheit nach ihren Beschreibungen und Abbildungen zu bestimmen. Ich habe deshalb nur dort, wo ich ziemlich sicher zu sein glaubte, die Namen der anderen Autoren beibehalten, sonst aber vorgezogen, neue Namen aufzustellen.

β. gynandrosporisch.

9) Oedog. apophysatum. Al. Br. (V. 9). Männchen gekrümmt, auf der Stützzelle festsitzend, mit Fuss und äusserem Anth. Anth. zweizellig. Oog. eiförmig, Loch in der oberen Hälfte. Oosp. das Oog. bis zum Kappentheil ausfüllend. Zelld. = bis zu $\frac{1}{22}$. Zelll. 3—6 mal grösser. Oogd. = $\frac{1}{13}$. Oogl. = $\frac{1}{8}$. Oospd. = $\frac{1}{13}$. Oospl. = $\frac{1}{11}$.

γ. diöcisch.

10) Oedog. gemelliparum (V. 10). Männliche Pflanze bedeutend schmächtiger als die weibliche. Anth. vielzellig. Scheidewand der Specialmutterzellen senkrecht gegen die übrigen Scheidewände der Pflanze. Oog. eiförmig, Loch in der oberen Hälfte. Oosp. das Oog. bis zum Kappentheil vollständig ausfüllend. Mehrere (bis sechs) fast hyaline, sehr lang gezogene Zellen beschliessen den Faden ohne endständige Borste. Zelld. = $\frac{1}{49}$—$\frac{1}{37}$. Zelll. 3—5—8 mal grösser. Oogd. = $\frac{1}{18}$. Oogl. = $\frac{1}{13}$. Oospd. = $\frac{1}{20}$. Oospl. = $\frac{1}{15}$. Smkprl. = $\frac{1}{75}$.

II. **Bulbochaete**, Zellreihen verästelt, alle Species sind gynandrosporisch und öffnen sich sämmtlich mit einem seitlichen Loche in der oberen Hälfte des Oogonium*).

A. Oosporen kugelig. Antheridien einzellig.

1) Bulb. gigantea (VI. 1). Männchen gekrümmt, von der Grösse des Oog., auf diesem festsitzend, mit Fuss und innerem Anth. Fusszelle grösser als das Anth. (Mutterzellen der Androsp. auf besonderen Aesten [?]). Oog. meist unmittelbar unter der Endborste, seltener noch vegetative Zellen über sich tragend**). Scheidewand in der Mitte oder etwas oberhalb der Mitte der Stützzelle. Oosp. mit deutlichen Warzen besetzt, das Oog. völlig ausfüllend. Zelld. = $\frac{1}{28}$—$\frac{1}{26}$. Zelll. 2 mal grösser. Oogd. = $\frac{1}{13}$—$\frac{1}{12}$. Oogl. = $\frac{1}{15}$—$\frac{1}{14}$. Smkprdmss. = $\frac{1}{58}$.

*) Innerhalb der Gattung Bulbochaete sind die Grössenverhältnisse der Theile in den einzelnen Species viel gleichmässiger als bei den Oedogonien, daher die Zahlenangaben hier bei weitem zuverlässiger sind. Die Angabe der Dicke der Zellen bezieht sich hier immer auf den Durchmesser des oberen Endes der Zelle, welcher bei Bulbochaete fast in allen Species grösser ist als der des unteren. Ich habe in jeder Zelle die Entfernung der äussersten Punkte der Basalflächen der beiden über jeder Bulbochaete-Zelle stehenden anderen Zellen gemessen und als Zelldicke bestimmt.

**) Obgleich in keiner Species von Bulbochaete der Ort, wo die Oogonien auftreten — ob sie nämlich unmittelbar unter der Borstenzelle stehen, oder über sich noch andere vegetative Zellen oder Mutterzellen von Androsporen tragen — ganz sicher bestimmt ist, so zeichnen sich die Species doch auch hierin von einander aus, indem in jeder Species das eine oder andere Verhalten die Regel ist, und die übrigen nur ausnahmsweise eintreten.

2) Bulb. crassa*) (VI. 2). Männchen gekrümmt, von der Grösse des Oog., auf diesem festsitzend, mit Fuss und äusserem Anth. Fusszelle grösser als das Anth. Mutterzellen der Androsp. auf besonderen Aesten. Oog. fast ohne Ausnahme unmittelbar unter der Endborste, sehr selten noch andere Zellen über sich tragend. Scheidewand in der Mitte oder etwas oberhalb der Mitte der Stützzelle. Oosp. das Oog. völlig ausfüllend, ohne deutliche Warzen. Zelld. $= \frac{1}{45} - \frac{1}{39}$. Zelll. $2 - 2\frac{1}{2}$ mal grösser. Oogd. $= \frac{1}{19} - \frac{1}{17}$. Oogl. $= \frac{1}{23} - \frac{1}{20}$.

3) Bulb. setigera**). Ag. (VI. 3). Männchen gerade, halb so gross als das Oog., auf diesem festsitzend, mit Fuss und innerem Anth. Fusszelle kleiner als das Anth. Mutterzellen der Androsp. oberhalb der Oog. und auf besonderen Aesten. Oog. als Regel unmittelbar über sich die Mutterzellen der Androsp. tragend. Scheidewand in der Mitte oder etwas oberhalb der Mitte der Stützzelle. Oosp. mit sehr kleinen, punktförmigen Warzen besetzt, das Oog. nicht ganz vollständig ausfüllend. Zelld. $= \frac{1}{41} - \frac{1}{35}$. Zelll. $2 - 5$ mal grösser. Oogd. $= \frac{1}{12} - \frac{1}{11}$. Oogl. $= \frac{1}{13} - \frac{1}{12}$.

4) Bulb. crenulata***) (VI. 4). Männchen gerade oder nur wenig gekrümmt, etwa um $\frac{1}{3}$ kleiner als das Oog., in der Nähe oder auf dem Oog. festsitzend, mit Fuss und innerem Anth. Fusszelle kleiner als das Anth. Mutterzellen der Androsp. oberhalb der Oog. oder auf besonderen Aesten. Oog. am häufigsten Mutterzellen von Androsp. über sich tragend, aber auch oft unmittelbar unter der Endborste und hin und wieder auch vegetative Zellen über sich tragend. Scheidewand in der Mitte

*) Bulb. gigantea und crassa haben fast alle wesentlichen Eigenschaften gemein; doch hat die erstere ein inneres, die zweite ein äusseres Antheridium, und ihre Grössenverhältnisse sind so sehr verschieden, dass niemals eine Verwechselung stattfinden kann, denn crassa erreicht in ihren stärksten und entwickelsten Exemplaren niemals die Grösse der schwächsten und schmächtigsten Exemplare von gigantea. Es scheint auch noch eine der crassa in der Grösse und dem Habitus ganz ähnliche Pflanze zu geben, welche mit der gigantea auch noch den Charakter des inneren Antheridium gemein hat.

**) Die Abbildung (VI. 3) ist in allen ihren Theilen verhältnissmässig zu den übrigen Figuren dieser Tafel zu gross ausgefallen.

***) Ob die Bulb. intermedia de Bary's mit dieser Pflanze identisch ist, oder mit einer anderen, in allen Theilen etwas grösseren Species, welche sich durch die Beschaffenheit der Männchen, die keinen Fuss haben, von dieser Species scharf unterscheidet und auch darin von ihr abweicht, dass die Oogonien als Regel die Mutterzellen der Androsporen über sich tragen (IV. 15), ist nach der Beschreibung von de Bary nicht auszumachen; wahrscheinlich sind in der Bulb. intermedia de Bary's sowohl die eine als die andere und vielleicht auch die folgende Species (elatior) vermengt. Ich habe den Namen „intermedia“ auf die eine Species (IV. 15) beschränkt (man vgl. die Figurenerklärung).

oder wenig unterhalb der Mitte der Stützzelle. Oosp. deutlich am Rande gekerbt, das Oog. nicht ausfüllend. Zelld. = $\frac{1}{63}$ — $\frac{1}{55}$. Zelll. $1\frac{1}{2}$ — 2 mal grösser. Oogd. = $\frac{1}{25}$. Oogl. = $\frac{1}{28}$.

5) Bulb. elatior (VI. 5). Männchen gerade oder nur wenig gekrümmt, etwas kleiner als das Oog., auf der Stützzelle oder in der Nähe des Oog. festsitzend, mit Fuss und äusserem Anth. Fusszelle grösser als das Anth. Mutterzellen der Androsp. oberhalb der Oog. Oog. als Regel unmittelbar über sich die Mutterzellen der Androsp. tragend. Scheidewand sehr tief unten in der Stützzelle. Oosp. nicht mit Warzen besetzt, das Oog. ausfüllend. Zelld. = $\frac{1}{77}$ — $\frac{1}{55}$. Zelll. $2\frac{1}{2}$ — $3\frac{1}{2}$ mal grösser. Oogd. = $\frac{1}{27}$ — $\frac{1}{28}$. Oogl. = $\frac{1}{32}$ — $\frac{1}{26}$.

B. Oosporen eiförmig. Männchen gerade, mit Fuss und äusserem, mehrzelligem Antheridium, immer in der Nähe, nie auf dem Oogonium festsitzend*).

6) Bulb. anomala (VI. 6). Männchen kleiner als das Oog. Scheidewand hoch oben in der Stützzelle. Oog. vegetat. Zellen über sich tragend. Oosp. das Oog. ausfüllend. Wachsthum der Sprosse unregelmässig (vgl. S. 25 Anmerk.). Zelld. = $\frac{1}{37}$. Zelll. 2 mal grösser. Oogd. = $\frac{1}{20}$. Oogl. = $\frac{1}{12}$.

7) Bulb. insignis (VI. 7). Männchen kleiner als das Oog. Scheidewand hoch oben in der Stützzelle. Oog. vegetat. Zellen über sich tragend. Oosp. das Oog. ausfüllend, mit schräg lau-

*) Die Species dieser Abtheilung mit eiförmiger Oospore zeigen eine grosse Uebereinstimmung ihrer wesentlichsten Charaktere, so dass eine scharfe Scheidung noch nicht möglich ist. Dass hier nichtsdestoweniger specifisch verschiedene Typen vorhanden sind, ist gewiss, und es wird unbedingt noch gelingen, die Verschiedenheiten durch bestimmtere Ausdrücke wiederzugeben. Vorläufig bemerke ich nur, dass gerade in dieser Gruppe die Grössenverhältnisse der Theile in den verschiedenen Formen sehr constant sind, also hier für die Unterscheidung brauchbar werden. Es zerfallen die sechs Species dieser Abtheilung in zwei leicht zu unterscheidende Reihen. Die eine, welche die drei grösseren Species: „anomala, insignis, minor," umfasst, ist ausgezeichnet durch die hoch oben in der Stützzelle liegende, immer vorhandene Scheidewand und dadurch, dass ihre Männchen immer um ein Bedeutendes kleiner als die Oogonien sind. Die andere Reihe, welche die drei kleineren Species: „gracilis, pygmaea major und pygmaea minor," umfasst, zeichnet sich schon durch ihren Wuchs aus, welcher in auffallender Weise einseitswendig ist, dann durch die Figur ihrer Zellen, welche niemals grösser als breit sind, ferner durch die Grösse ihrer Männchen, welche die zugehörigen Oogonien an Grösse übertreffen, endlich durch den Umstand, dass die Scheidewand ihrer Stützzellen bis an die Grenze zwischen Stützzelle und Oogonium gerückt ist, so dass die Stützzelle ohne Scheidewand ist. — Da einige dieser Formen bei Berlin selten sind, so habe ich dieselben, obgleich ich sie noch nicht scharf unterscheiden kann, doch angeführt und abgebildet, um Anderen Gelegenheit zu einer genaueren Scheidung zu geben.

fenden Linien (schwachen Leisten) deutlich versehen. — Diese Species unterscheidet sich durch den Habitus und das normale Wachsthum der Sprosse sogleich von Bulb. anomala; auch sind die Zellen verhältnissmässig zu ihrer Dicke viel länger, und die ganze Pflanze in allen ihren Theilen schmächtiger. Genaue Zahlenangaben fehlen mir noch.

8) **Bulb. minor.** Al. Br. (VI. 8). Männchen kleiner als das Oog. Scheidewand hoch oben in der Stützzelle. Oog. als Regel unmittelbar die Endborste tragend. Oog. deutlich mit starken, schräg laufenden Leisten besetzt, das Oog. nicht vollständig ausfüllend. Zelld. = $\frac{1}{52}$—$\frac{1}{45}$. Zelll. 2—2½ mal grösser. Oogd. = $\frac{1}{32}$—$\frac{1}{25}$. Oogl. = $\frac{1}{15}$. Smkprl. = $\frac{1}{177}$.

9) **Bulb. gracilis** (VI. 9). Männchen noch unbekannt. Stützzelle ohne Scheidewand. Oog. an der Basis normal ausgebildeter Aeste. Oosp. mit schräg der Länge nach laufenden Leisten besetzt und seitlich gekerbt, das Oog. ausfüllend oder doch fast ausfüllend. Wuchs deutlich einseitswendig. Hauptspross aufrecht. Zelld. = $\frac{1}{74}$. Zelll. wenig bis 1½ mal grösser. Oogd. = $\frac{1}{38}$—$\frac{1}{44}$. Oogl. = $\frac{1}{20}$—$\frac{1}{15}$.

10) **Bulb. pygmaea** (VI. 10, 11). Männchen so gross oder doch beinahe so gross als das Oog. Stützzelle ohne Scheidewand. Oog. bald unmittelbar unter der Endborste, oder durch Abfallen derselben endständig, bald noch vegetative Zellen über sich tragend. Oosp. mit schräg der Länge nach verlaufenden Leisten und seitlich gekerbt, das Oog. nicht ausfüllend. Mutterzellen der Androsp. auf besonderen Aesten. Wuchs deutlich einseitswendig, mit stark zur Seite geneigtem, fast niederliegendem Hauptspross.

a. **major.**

Zelld. = $\frac{1}{88}$. Zelll. von gleicher Grösse. Oogd. = $\frac{1}{37}$. Oogl. = $\frac{1}{22}$. Smkprdmss. = $\frac{1}{140}$.

b. **minor.**

Zelld. = $\frac{1}{100}$. Zelll. von geringerer, seltener von gleicher Grösse. Oogd. = $\frac{1}{50}$—$\frac{1}{44}$. Oog. = $\frac{1}{30}$—$\frac{1}{28}$.

Ausser durch die hier sehr constanten Grössenverhältnisse ist pygmaea minor von major und allen übrigen Bulbochaete-Species auch noch durch die cylindrische Gestalt ihrer Zellen verschieden. Diese werden bei allen übrigen Arten nach oben breiter, und ihr oberes Ende wird von zwei einander zugeneigten Flächen gedeckt, auf welchen die Zellen, Borsten oder Aeste, welche jede Zelle trägt, stehen (VI. 11f u. s. w.), so dass die Zelle auf dem Längsschnitt durchschnitten, wie in den Abbildungen, ein Fünfeck darstellen müsste. Bei pygmaea minor würde der

Durchschnitt aber ein Viereck sein, und die Aeste, welche eine Zelle trägt, stehen hier fast immer auf der ganzen Seitenfläche der Zelle.

Die sämmtlichen hier beschriebenen Species von Oedogonium und Bulbochaete finden sich in kleinen Tümpeln und Torflachen bei Berlin schmarotzend auf den verschiedensten phanerogamen Wasserpflanzen, Equiseten, Moosen, Charen und anderen Algen; doch kommen einige Arten, wenigstens vorwiegend, nur auf bestimmten Pflanzen vor, ohne sich auf den anderen, in denselben Localitäten vegetirenden Gewächsen anzusiedeln. Das Nähere hierüber behalte ich einer vollständigeren systematischen Zusammenstellung vor. Die meisten Arten sind gemein oder doch häufig; selten sind von den angeführten Arten bei Berlin nur: Oedog. rostellatum und echinospermum und Bulb. anomala, insignis und gracilis.

Erklärung der Figuren.

(Die in Klammern beigefügten Zahlen geben die Vergrösserung an.)

Taf. I.

Fig. 1—4. (350) Zellen von Oedog. rivulare in verschiedenen Zuständen der Theilung. Fig. 1. Der Zellstoffring ist gebildet. Fig. 2. So eben ist die Scheidewand entstanden; man sieht die beiden Kerne der Tochterzellen. Fig. 3. Die Mutterzelle ist aufgebrochen, die obere Tochterzelle theilweise hervorgetreten, der Zellstoffring hat sich über ihren hervorgetretenen Theil ausgedehnt und ist oben noch nicht mit der Kappe verwachsen. Fig. 4. Die obere Tochterzelle ist vollständig aus der Mutterzelle hervorgetreten, der aus dem Zellstoffring entstandene Hüllcylinder hat sich oben und unten genau angeschlossen. (S. 12—16.)

Fig. 5. (350) Schwärmsporen von Oedog. gemelliparum noch in ihren Mutterzellen; a und b die bereits vorhandene Mundstelle.

Fig. 6 u. 7. (350) Wie Fig. 5, aber mit Chlor-Zink-Jod behandelt. (S. 26, 27.)

Fig. 8. (350) Schwärmspore derselben Pflanze nach ihrem Austritt, frei, in Bewegung. Chlorophyllarmes Exemplar, welches den Cytoblasten deutlich zeigt.

Fig. 9. (250) Stück einer männlichen Pflanze von Oedog. gemelliparum. Bildung der Antheridien. Die Scheidewand (a) entsteht ursprünglich hoch oben in der Mutterzelle, und hierdurch wird eine Reihe kleinerer Zellen (b, c) angelegt, welche sich aber später noch selbst, ebenfalls Anth.-Zellen bildend, theilen.

Fig. 10 u. 11. (250) Bildung und Geburt der Schwärmsporen von Balb. setigera; 11a während, 11b nach der Geburt noch innerhalb der mitgeborenen Blase.

Fig. 12. (350) Schwärmspore eines Oedogonium während der Geburt mit Chlor-Zink-Jod behandelt.

Fig. 13—15. (350) Schwärmsporen einer anderen Oedogonium-Species während ihrer Geburt.

Fig. 16. (350) Eine solche frei, in Bewegung.

Fig. 17 u. 18. (350) Dieselben, nachdem sie sich festgesetzt und gekeimt haben.

Fig. 19. (350) Geburt einer Schwärmspore aus einem noch einzelligen, so eben erst aus einer keimenden Schwärmspore entstandenen Keimling.

Fig. 20 u. 21. (350) Kurze Oedogonium-Fäden mit eigenthümlicher, ihrem Werthe nach unbekannter Basalzelle. (S. 58—59.)

Fig. 22—24. (250) Bildung und Geburt der Schwärmsporen von Bulb. crassa. Fig. 23a. Während der Geburt sich vom Umfang der Schwärmspore abhebende Blase. Fig. 24. Die herausgetretene Schwärmspore noch in der mitgeborenen Blase.

Fig. 25. (350) Eine in Folge wiederholter Theilung der unteren Tochterzelle in drei nach Innen sich stufenartig absetzenden Scheiden steckende Oedogonium-Zelle. (S. 15.)

Fig. 26. (600) Eine Oedog.-Zelle, von deren Kappe die oberen Glieder weggerissen sind. (S. 16 Anmerk.)

Fig. 27. (600) Eine Oedog.-Zelle mit gliederreicher Kappe, deren Glieder von unten nach oben an Dicke zunehmen. (S. 16 Anmerk.)

Taf. II.

Fig. 1—6. (250) Bildung der ersten Borste und des Hauptsprosses von Bulb. setigera aus der keimenden Schwärmspore (S. 21—23). (a) Ausgeschiedene (?) Substanz, welche die Lappen der Wurzel unter sich und mit der Unterlage verkittet.

Fig. 7. (250) Ein dreizelliger Hauptspross mit seiner Endborste (c). Seine beiden oberen Zellen beginnen so eben Seitensprosse zu bilden, von welchen aber noch nicht mehr als die Endborste fertig oder angelegt ist. Da die obere Zelle älter als die untere ist, so ist die Endborste (d) ihres Seitensprosses auch schon in der Entwickelung weiter vorgeschritten als die Endborste (b) des Seitensprosses der unteren Zelle.

Fig. 8. (250) Durchbruch der Borste (d) eines entstehenden Seitensprosses durch den Riss seiner Mutterzelle.

Fig. 9. (250) Abnorme Bildung einer neuen Endborste unterhalb einer älteren, welche abgeworfen wird.

Fig. 10. (250) Stück eines älteren Exemplares von Bulb. setigera, dessen Zellen in verschiedenen Zuständen der Theilung sind. Der unterste Spross, aus den Zellen i, m und der Endborste h bestehend, trägt zwei Seitensprosse, den älteren (n, o, p, e) auf seiner ältesten Zelle m und den jüngeren (k, l, c) auf seiner zweitältesten Zelle i. Beide sind eben im Begriff, sich wieder zu verzweigen, indem ihre Zellen neue Seitensprosse anlegen, welche theils bereits als einzellige Sprosse (q) vorhanden sind, theils erst als Borsten (f, g, h, d) erscheinen. Die Zelle p, welche in Theilung begriffen ist — wie Zellstoffring und Scheidewand in ihr es anzeigen — wird aufbrechen, und ihre hervortretende obere Tochterzelle wird den Seitenspross q, den sie trägt, emporheben und alsdann dessen unterste und jüngste Zelle vorstellen. Ebenso wird durch die angedeutete Theilung von o unterhalb der bereits vorhandenen Endborste (f) die erste grüne Zelle des Seitensprosses angelegt werden. Die jüngste Zelle (n) des Spros-

ses (n, o, p, e) ist wie natürlich mit der Bildung ihres Seitensprosses am weitesten zurück, welcher erst durch die kurze Endborste (g) angezeigt ist. Die Zelle (i) ist eben aufgebrochen, und ihre obere Tochterzelle (k) hebt, indem sie aus ihrer Mutterzelle hervortritt, den bereits angelegten Seitenspross (l) in die Höhe. (S. 20—23.)

Fig. 11 (350) zeigt zur besseren Versinnlichung in stärkerer Vergrösserung die Zelle (i) in Fig. 10 noch vor ihrem Aufbrechen.

Fig. 12 (350) zeigt dieselbe Zelle (i) in dem Zustande von Fig. 10.

Fig. 13 (350) zeigt endlich dieselbe Zelle (i) in einem späteren Zustande, nachdem ihre obere Tochterzelle (k) ganz aus ihr hervorgetreten ist, jetzt die unterste, noch nicht ausgedehnte Zelle des Seitensprosses (l, c) darstellend; inzwischen hat die Zelle l, in welcher in dem Zustande in Fig. 10 erst der Zellstoffring angelegt war, sich ihrerseits vollständig getheilt, brach auf und schob die Zelle (r) unter der Borste (d) in die Höhe, einen Seitenspross jüngerer Generation bildend.

Fig. 14. (350) Ein junges Pflänzchen von Bulb. setigera im Umriss, zur Versinnlichung des Wuchses. Dasselbe besteht aus fünf Sprossgenerationen in verschieden vorgeschrittener Entwickelung. Der Spross erster Generation (Hauptspross) besteht aus drei Zellen (a, b, c) und der Endborste I. Von den beiden Sprossen zweiter Generation, welche er trägt, ist der ältere (II¹) zweizellig (d, f) und hat seine Endborste (bei II¹) bereits abgeworfen; der jüngere (II²) ist einzellig (e) und trägt noch seine Endborste. Von den drei Sprossen dritter Generation stehen auf II¹ der einzellige (III¹), welcher seine über seiner einzigen Zelle (h) stehende Endborste bereits abgeworfen hat, und der Spross III², welcher erst als Endborste vorhanden ist; der dritte Spross dritter Generation (III) ist einzellig und trägt über seiner Zelle (g) noch seine Endborste; er steht auf II². Die beiden einzelligen, mit ihren Endborsten noch versehenen Sprosse vierter Generation (IV. k u. IV. i) stehen auf III und III¹. Die beiden Sprosse fünfter Generation endlich (V, V) sind erst als seitliche; ihren Muttersprossen (IV, IV) aufsitzende Endborsten vorhanden. Man erkennt nun, dass der Spross I die Sprosse II u. II¹ links, diese ihre Seitensprosse (III, III¹, III²) rechts, diese die ihrigen (IV, IV) wieder links, diese endlich die ihrigen (V, V) wieder rechts tragen, so dass also eine durchweg regelmässige Abwechselung in der Richtung der Seitensprosse der verschiedenen Generationen eintritt.

Taf. III.

Fig. 1—4. (350) Bildung der Oogonien von Oedogonium. Bei der Theilung der Mutterzelle durch die tief liegende Scheidewand (a) nimmt die hervortretende obere Tochterzelle sogleich die angeschwollene Gestalt des Oogonium an. Die Scheidewand a legte in dem abgebildeten Fall den Weg von dem Orte ihrer Entstehung (Fig. 1) bis zu der Stelle, die sie schliesslich einnimmt (Fig. 4), in zwei Stunden zurück.

Fig. 5. (350) Entstehung der Befruchtungsöffnung im Oogonium als seitliches Loch. (S. 48.)

Fig. 6. (350) Oogonium mit seitlichem Loche und gebildeter Oospore von Oedog. tumidulum oder verwandter Species.

Fig. 7. (250) Desgleichen mit hoch oben liegender Befruchtungsöffnung (a) von Oedog. rivulare.

Fig. 8. (350) Zweite Art der Entstehung der Befruchtungsöffnung. Oogonium mit aufklappendem Deckel und hervortretendem, mit einem Loche versehenen Befruchtungsschlauch von Oedog. ciliatum.

Fig. 9—12. (350) Verschiedene Zustände der Bildung des Oogonium, der Oospore und des ansitzenden Männchens von Bulb. gigantea. (S. 32, 33.)

Fig. 9. Nach dem ersten Aufbrechen der Mutterzelle in Folge der nicht vorrückenden Scheidewand b. Das Männchen erscheint noch als die ungetheilte, wenn auch verlängerte Androspore.

Fig. 10. Bildung des Zellstoffringes in dem durch die erste Theilung angelegten primären Oogonium, aber noch vor der Entstehung der neuen Scheidewand, welche sich, wie in Fig. 14, wenig oberhalb der Scheidewand b bilden wird. — Das Männchen ist bereits in Antheridium und Fusszelle getheilt, der Deckel ist schon gelüftet, die Samenkörper fertig.

Fig. 11. Nach der Bildung der zweiten Scheidewand und nachdem das primäre Oogonium aufgebrochen und die neue Scheidewand bis an die Grenze der Stützzelle gerückt ist. In dem oberen Theile der Stützzelle ist nur der Cytoblast und das wenige Protoplasma der durch die zweite Scheidewand abgeschnittenen unteren Tochterzelle zurückgeblieben. Der obere Samenkörper ist herausgetreten.

Fig. 12. Reife Oospore in dem Oogonium. Dieses hat seinen von dem Aufbrechen des primären Oogonium herrührenden Deckel sammt der darüber befindlichen Endborste abgeworfen. Das Männchen ist bereits völlig entleert.

Fig. 13. (350) Reifes Oogonium und Oospore von einer Bulbochaete-Species, die zunächst der Bulb. crenulata steht, aber in allen ihren Theilen grösser ist und zwischen Bulb. intermedia und crenulata zu schwanken scheint; eine noch nicht sicher unterschiedene Art. (o) die Befruchtungsöffnung.

Fig. 14 u. 15. (350) Oogonien von Bulb. crassa in verschiedenen Zuständen der Entwickelung (man vgl. Fig. 9—12). **Fig. 14** stellt einen Zustand zwischen Fig. 10 u. 11 dar. Fig. 15 einen Zustand wie Fig. 11.

Fig. 16—19. (350) Verschiedene Entwickelungszustände der Oogonien von Bulb. minor (man vgl. die Erklärung von Fig. 9—12). — **Fig. 16.** Zwei Oogonien, das eine im Zustande Fig. 9, das andere im Zustande Fig. 11. **Fig. 17.** Unmittelbar nach dem Aufbrechen des primären Oogonium. **Fig. 18** wie Fig. 11, bei o entsteht die Befruchtungsöffnung; v ist das zugehörige, noch nicht entleerte Männchen. **Fig. 19.** Die Oospore hat sich soeben im Oogonium gebildet.

Fig. 20. (250) Abnorm auswachsendes Oogonium von einem Oedogonium.

Fig. 21. (250) Abnorm zu dem Seitenspross auswachsendes Oogonium (o) von Bulb. crassa. (S. 54.)

Fig. 22. (250) Desgleichen von Bulb. crenulata.

Taf. IV.

Fig. 1. (350) Ein kleines, vollständiges Pflänzchen von Oedog. ciliatum; (o) Oogonium; (m) Mutterzellen der Androsporen.

Fig. 2. (250) Ein grösseres Exemplar dieser Pflanze, welches seine Endborste und den über den kleinen Mutterzellen der Androsporen, welche nun den Faden beenden, befindlichen Theil abgeworfen hat. Die beiden oberen Oogonien sind bereits befruchtet; v, v, v die ansitzenden Männchen.

Fig. 3 — 10. (350) Ein und dasselbe Oogonium von Oedog. ciliatum und das ansitzende Männchen in seinen verschiedenen Entwickelungsstadien, vor und nach dem Aufbrechen des Oogonium (3, 4); während der Bildung des Befruchtungsschlauches (5); nach der Gestaltung der Befruchtungskugel (6); im Augenblick der Befruchtung (7); unmittelbar nach derselben (8); wenige Stunden später (9); 60 Stunden nach der Befruchtung (10) gezeichnet. (S. 49 — 53.)

Fig. 10z. Eine aus der aufbrechenden Fusszelle des Männchens hervorgetretene Androspore.

Fig. 11. (350) Eine völlig reife, von dem Mutterfaden abgefallene Oospore von Oedog. ciliatum, noch von einem Reste des Oogonium umhüllt und von dem Befruchtungsschlauche gekrönt.

Fig. 12. (350) Oogonium, Befruchtungsschlauch und Männchen von einem anderen Exemplare von Oedog. ciliatum im Augenblick der Befruchtung, in einer anderen Lage; (s) Samenkörper.

Fig. 13. (350) Stück eines Fadens von Oedog. ciliatum mit einem Oogonium und Androsporen-Mutterzellen. Sämmtliche Zellen über m sind Androsp.-Mutterzellen; die obersten sind bereits entleert. Bei c tritt soeben eine Androspore aus ihrer Mutterzelle hervor. (a) Androspore kurz nachdem sie sich auf dem Oogonium festgesetzt hat, schon etwas gewachsen. (b) Dieselbe etwas später eben in Theilung begriffen, das Antheridium hervorschiebend.

Fig. 14. (350) Samenkörper von Oedog. ciliatum in verschiedener Stellung; (f) mit Jod behandelt.

Fig. 15. (250) Ein überwintertes Pflänzchen von Bulb. intermedia mit beginnender Entwickelung der Oosporen. Der Inhalt der vegetativen Zellen, wie der Mutterzellen der Androsporen (m, m') ist längst zu Grunde gegangen. Die Oosporen durchbrechen wachsend die Oogonium-Membran und treten aus dem Oogonium durch ihre blosse Ausdehnung — ohne Bewegung — hervor (n, p, v). Die Oogonien o und q sind noch nicht aufgebrochen. Die Oogonien r und t sind bereits entleert. Die Species steht der Bulb. crenulata nahe. Sie ist in allen ihren Theilen grösser und unterscheidet sich durch ihre Männchen, welche keinen Fuss besitzen (v); a und b sind zur Ruhe gekommene, aus Oosporen hervorgegangene Schwärmsporen.

Fig. 16. (250) Oogonium derselben Pflanze mit soeben hervorgetretener Oosp.

Fig. 17 — 22. (250) Verschiedene Entwickelungsstufen der ausgetretenen Oosporen von ihrer einfachen Verlängerung (17) an, bis zur völligen Ausbildung ihres Inhalts in die vier Schwärmsporen (22).

Fig. 23 (250) wie Fig. 15a, b.

Fig. 24. (250) Abnormes Auswachsen einer unbefruchteten Oospore eines Oedogonium. (S. 57 — 58.)

Fig. 25. (250) Abnormes Auswachsen einer Oospore von Bulb. pygmaea vor geschehener Befruchtung.

Taf. V.

Alle Figuren dieser Tafel mit Ausnahme von Fig. 3b sind bei 350facher Vergrösserung gezeichnet; Fig. 3b ist nur 250mal vergrössert.

Fig. 1. Oedog. rostellatum. Diese Species ist durch ihren niedrigen und kurzen Befruchtungsschlauch von den übrigen Species mit Befruchtungsschlauch ausgezeichnet. (s) Antheridium; (l, p) Samenkörper.

Fig. 2. Oedog. tumidulum. (ó) Oeffnung des Oogonium im Augenblick ihrer Bildung; (s) Samenkörper soeben an die hervortretende Narbe herantretend; (a) vegetative Zelle; (m) Antheridium; (c) Samenkörper, die soeben aus dem Antheridium hervortreten; (b) Oogonium mit fertiger Oospore, vielleicht nicht von derselben, sondern einer sehr nahe stehenden Species.

Fig. 3. Oedog. curvum. Die vier Endzellen der Fig. 3a sind theils noch gefüllte, theils entleerte Anth.-Zellen, in welchen nur je ein Samenkörper entsteht.

Fig. 4. Oedog. Rothii. (c) Ein Oogonium kurz nach seiner Anlage; (m) Mutterzellen von Androsporen, theils schon leer, theils im Augenblick der Geburt der Androspore; (v) Männchen in seiner einfachsten Form, schon entleert.

Fig. 5. Oedog. depressum. (v) Männchen. Die kleinen Zellen oben am Faden sind Mutterzellen von Androsporen.

Fig. 6. Oedog. Braunii. (v) Männchen; (m) Mutterzellen der Androsporen.

Fig. 7. Oedog. echinospermum. (v) Männchen; (m) Mutterzellen der Androsp.

Fig. 8. Oedog. ciliatum. (v) Männchen; (m) Mutterzellen der Androsporen, aus der einen ist soeben eine Androspore hervorgetreten.

Fig. 9. Oedog. apophysatum. (o) Oeffnung im Oogonium; (v) Männchen in verschiedener Entwickelung.

Fig. 10. Oedog. gemelliparum. (a) Weibliche Pflanze mit zwei Oogonien, im oberen ist die Oeffnung sichtbar und die Oospore bereits gebildet. (b, c, f) Stücke der männlichen Pflanze; die Antheridien in verschiedener Entwickelung: vor, während und nach der Geburt der Samenkörper; in c die Bildung der Specialmutterzellen durch das Auftreten zweier Cytoblasten vorbereitet und durch die perpendiculäre Scheidewand vollendet; in b und f sind die Samenkörper der unteren Antheridiumzellen schon fertig und eben im Austreten begriffen oder schon ausgetreten; die oberen Antheridiumzellen sind noch mit der Entwickelung ihres Inhalts zurück. Diese Species zeigt, wie man bei b und f sieht, das eigenthümliche Verhalten, dass beide Samenkörper jeder Antheridiumzelle zusammen noch von ihren Specialmutterzellen umhüllt hervortreten, weshalb ich die Species auch „gemelliparum" genannt habe. Die Specialmutterzellen erweitern sich erst später bis zum Reissen (e). Die Samenkörper (d) zeigen einen deutlichen Cytoblasten. g ist die Fig. d willkürlich vergrössert gezeichnet; man erkennt den Cytoblasten (p) und die innere Höhle (p'), das eigentliche Lumen der Zelle.

Taf. VI.

Alle Figuren dieser Tafel sind bei 250 facher Vergrösserung gezeichnet, nur Fig. 3 ist zufällig im Verhältniss zu den übrigen Figuren etwas zu gross ausgefallen und wird einer 300 fachen Vergrösserung entsprechen.

Fig. 1. Bulb. gigantea. (m) entleertes, (v) eben geöffnetes Männchen mit den Samenkörpern.

Fig. 2. Bulb. crassa. (m) Mutterzellen der Androsporen; (v) Männchen mit den Samenkörpern.

Fig. 3. Bulb. setigera. (m) Mutterzellen der Androsporen; (v) entleertes Männchen mit seinem Deckel.

Fig. 4. Bulb. crenulata. (v) entleertes Männchen. Das eine Oogonium, das zweite von unten, trägt eine Androsporen-Mutterzelle.



Taf. I.
Pringsheim pinx.




Taf. II.
Pringsheim gez.
C. F. Schmidt lith.




Taf. III.












Taf. VI.



Fig. 5. Bulb. elatior. (m) Androsporen-Mutterzellen; (v) Männchen. Neben dem Oogonium in 5b ein zur Ruhe gekommener Samenkörper.

Fig. 6. Bulb. anomala. (v) entleertes Männchen.

Fig. 7. Bulb. insignis. (v) Männchen; das entleerte Antheridium unvollständig.

Fig. 8. Bulb. minor mit noch nicht ganz reifen Oogonien, welche die Befruchtungsöffnung zeigen, und einem bereits entleerten Männchen.

Fig. 9. Bulb. gracilis mit Oogonium und noch nicht ganz reifen Oosporen. **Fig. 9b.** Ein Pflänzchen mit Oogonium im Hauptspross unmittelbar über der Wurzelzelle, und noch anhängendem, vom ersten Aufbrechen der keimenden Schwärmzelle herrührendem Deckel.

Fig. 10. Bulb. pygmaea minor. (b) mit ganz reifer Oospore; (c) zeigt ein Männchen (v), welches unmittelbar über der Androsporen-Mutterzelle, aus der es hervortrat, gekeimt hat; (d) eine Oospore von oben gesehen.

Fig. 11. Bulb. pygmaea major. (a) Oogonium mit Stützzelle und fertiger Oospore. (b) Stück eines Pflänzchens mit Oogonium, eine noch nicht ganz reife Oospore enthaltend und Männchen (v), welches soeben seine Samenkörper hervortreten lässt; der Deckel des Antheridium ist bereits abgefallen und in der Figur nicht sichtbar. Die obere Antheridiumzelle ist entleert, ihr gehörte der vor ihrer Oeffnung liegende Samenkörper an. (c) Oogonium mit Befruchtungsöffnung und soeben angelegter Oospore. (d, e, f) Aus gewöhnlichen Schwärmsporen entstandene Keimlinge in verschiedener Entwickelung mit dem noch seitlich befindlichen, vom ersten Aufbrechen der gekeimten Schwärmspore herrührenden Deckel.

Neuere Beobachtungen über Embryobildung der Phanerogamen

von

Wilhelm Hofmeister.

Durch den Widerruf der Vertreter der Lehre von Entstehung des Embryo im Pollenschlauchende*) ist die Embryologie des wichtigsten Theiles des Gewächsreiches insofern in ein neues Stadium getreten, als jetzt für alle in dieser Richtung thätigen Forscher die zwei nächsten Aufgaben reiner sich herausstellen. Es ist die Art der Einwirkung des Pollenschlauches auf Embryosack und Keimbläschen näher zu ermitteln; es ist ferner zu untersuchen, wie die einzelnen Momente der Embryoentwickelung in den verschiedenen Verwandtschaftskreisen sich zu einander verhalten. Die letztere Aufgabe kann kaum von einem Einzelnen gelöst werden; es wird des Zusammenwirkens Vieler bedürfen. Von diesem Standpunkte aus wird die Veröffentlichung der nachstehenden Beobachtungsreihe sich rechtfertigen, trotz ihrer fragmentarischen Form und trotz der Unvollständigkeit im Einzelnen. Einer späteren Bearbeitung, welche von zahlreicheren Abbildungen begleitet sein wird, bleibe die ausführlichere Behandlung der einzelnen Abschnitte vorbehalten.

Ranunculaceen.

Wie bekannt**), findet unter den Ranunculaceen beträchtliche Verschiedenheit nicht nur in Richtung und im Grade der Krüm-

---

*) Schleiden in Radlkofer Befruchtung S. 32. Schacht im Monatsber. der Berl. Academie. Mai 1856.

**) Schleiden, Wigmann's Archiv. 1839. Bd. 1: Gesamm. Aufsätze S. 78.

mung der Eichen statt, sondern auch in der Zahl der Eihüllen. Auch der Bau des Eikerns ist nicht durchweg der gleiche: eine dicke, aus vielen Zellenlagen bestehende Gewebschicht umgiebt den unbefruchteten Embryosack von Ranunculus Ficaria, Clematis Flammula, Paeonia officinalis; eine einfache Zellenschicht den von Anemone nemorosa; bei Eranthis hiemalis verdrängt noch während der Befruchtung der Embryosack die seitlich ihm angrenzenden Zellen des Eikerns, so dass nur die kappenförmige Gruppe von Zellen der Kernwarze auf dem Scheitel des Embryosacks erhalten bleibt. Allen untersuchten Ranunculaceen ist gemeinsam die verhältnissmässig beträchtliche Grösse des primären Kerns des Embryosacks, der Keimbläschen und deren Gegenfüsslerinnen; die langsame Entwickelung des einen befruchteten Keimbläschens zum Vorkeim, die rasche Vergrösserung und schnelle Füllung des Embryosacks mit Endosperm (welches die unveränderten, mit den Keimbläschen gleichzeitig entstandenen Zellen im Chalaza-Ende des Embryosacks einschliesst) nach der Befruchtung. Bei Anemone nemorosa und Eranthis hiemalis ist die unverletzte Freilegung der Scheitelgegend des befruchteten Embryosacks und ihre Abtrennung vom geschlossenen Pollenschlauchende ziemlich leicht. Die Ansatzstelle des befruchteten Keimbläschens ist bei Anemone häufig, bei Eranthis stets beträchtlich entfernt von dem Punkte, an welchem der Pollenschlauch auf die Aussenwand des Embryosacks trifft. Zahlreiche Pollenschläuche steigen bei Ranunculus Ficaria in die Höhle fast eines jeden Fruchtknotens hinab; der Grund der häufigen Sterilität dieser Pflanze ist keinenfalls in der Nichtausbildung der Pollenröhren zu suchen. Ihr Embryo ist auch im völlig reifen Saamen kugelig. Sein einziger Cotyledon*) entwickelt sich erst während der Keimung. Im befruchteten, noch ungetheilten Keimbläschen von Eranthis hiemalis wurde mehrfach eine auf eine kleine Stelle beschränkte, lebhafte, dauernde und beträchtliche Ortsveränderung eines Theiles der zahlreichen Inhaltskörperchen der Zelle bemerkt, eine Bewegung, die mit der molecularen keine Aehnlichkeit hatte.

Nymphaeaceen.

Nuphar luteum gehört zu den (nicht zahlreichen) Gewächsen, deren Keimbläschen schon vor der Befruchtung deutlich eine Zell-

*) s. Irmisch, Abhandl. der naturw. Gesellsch. zu Halle.

stoffhaut erkennen lassen. Da der Embryosack vor, während und kurz nach der Befruchtung sehr leicht aus dem umgebenden Gewebe des Eikerns sich lösen lässt, so unterliegt hier die überzeugende Beobachtung davon gar keiner Schwierigkeit.

Bei der Freilegung des eben befruchteten Embryosacks bleibt bisweilen ein Stück des verhältnissmässig sehr dünnen und zarten Pollenschlauches an dessen Aussenwand haften. Sein Ende erscheint dann stets geschlossen, von der breiten Ansatzfläche des befruchteten Keimbläschens an der Innenwand des Embryosacks weit entfernt.

Bevor sichtbare Veränderungen in einem der Keimbläschen auftreten, giebt die erfolgte Befruchtung durch den Beginn der Endospermbildung sich zu erkennen. Der primäre Kern des Embryosacks verschwindet; eine Querwand trennt das dickere, obere Ende des Embryosacks von dem um Vieles längeren, cylindrischen, gegen die Chalaza weit hin sich erstreckenden unteren Theile desselben. Im oberen Ende entstehen zunächst sehr wenige (2—3) Endospermzellen, die dieses völlig ausfüllen*). Jetzt erst theilt sich das befruchtete Keimbläschen durch eine Querwand. Die ungleich hohe Anheftung der zwei bis drei Keimbläschen an die Innenwand der engen Scheitelwölbung des Embryosacks von Nuphar lässt an ihnen sehr scharf die für sämmtliche Phanerogamen allgemein gültige Regel hervortretreten, dass ausnahmslos das dem Mikropyle-Ende des Embryosacks fernere Keimbläschen befruchtet wird. Die Lage der Pollenschlauchspitze an der Aussenwand des Embryosacks ist dabei völlig einflusslos.

Das Endosperm wächst durch fortgesetzt wiederholte Theilung der wenigen Zellen, welche im keuligen, oberen Ende des Embryosacks entstanden. Der fädliche, bald nach der Befruchtung bis auf den Grund des Eikerns sich verlängernde Theil des Embryosacks bleibt völlig zellenleer, auch bis zur Saamenreife. Der Embryoträger ist sehr schwach entwickelt: nur einige (1—5) der der Ansatzstelle des Vorkeims am Embryosack nächsten Zellen gehen nicht mit in die Bildung des Wurzelendes des Embryo ein.

Nuphar advena verhält sich, was Embryobildung betrifft, dem Nuphar luteum in allen Stücken ähnlich.

---

*) Schleiden's Darstellung freier Zellen im oberen Theile des befruchteten Embryosacks (Nova Acta Ac. C. L. N. C. Vol. XIX. P. II. Pag. 86) beruht zuverlässig auf dem Uebersehen der Zellstoffhäute nach erfolgter Zusammenziehung der Primordialschläuche der Endospermzellen.

Nelumboneen.

Nur halb reife Saamen des Nelumbium speciosum haben bis jetzt zur Untersuchung mir vorgelegen. Das Wurzelende des den Innenraum des Embryosacks (der auf allen Punkten dem inneren Integument anlag) bereits ausfüllenden Embryo lag weit entfernt von der Mikropyle, der Embryosackhaut seitlich angeschmiegt, was auf einen Embryoträger von beträchtlicher Länge (zu dieser Zeit bereits verschwunden) schliessen lässt. Die dicken, fleischigen Cotyledonen waren induplicativ gefaltet; eine dieser Falten des oberen Cotyledon umschloss eine flache Masse zartwandigen Endosperms. Von der structurlosen Haut, welche im reifen Saamen die Plumula umschliesst*), ist zu dieser Zeit keine Spur vorhanden.

Ceratophylleen.

Der lang gestreckte, an beiden Enden stark zugespitzte Embryosack von Ceratophyllum demersum lässt vor der Befruchtung im Mikropyle-Ende zwei ungleich hoch der Innenwand ansitzende Keimbläschen, im Chalaza-Ende zwei bis drei fast kugelige Gegenfüsslerinnen derselben erkennen. Ein verhältnissmässig grosser, linsenförmiger Zellkern ist in der Mitte des Embryosacks der Innenwand desselben angelagert; Stränge körnigen Schleimes führen von ihm zu den Keimbläschen und deren Antipoden. Eines der Keimbläschen nimmt die Scheitelwölbung des Embryosacks ein; das andere, diesem unmittelbar anliegend, steht etwas tiefer. Die Haut des Embryosacks ist zwar dünn, aber fest; sie lässt unschwer von dem umhüllenden Gewebe des Eikerns sich trennen.

Der Pollenschlauch bahnt seinen Weg durch die zahlreichen, die Embryosackspitze überlagernden Zellschichten gerade auf diese los und trifft sie auf ihrem Scheitelpunkte. Hier legt er sich ihr von aussen lose an. Das untere der Keimbläschen, um den ganzen Durchmesser des oberen, unbefruchtet Bleibenden, von der Pollenschlauchspitze entfernt, beginnt darauf zum Embryo sich zu entwickeln, indem es durch eine Querwand sich theilt. Gleichzeitig hebt im Embryosack die Bildung der Zellen an, welche Brongniart und Schleiden kennen lehrten. Es treten zunächst zwei grosse, den grössten Theil des Innenraumes einnehmende Zellen auf, deren

*) s. Trecul in Ann. d. sc. nat. Bot. 4e série. T. I. p. 160.

obere von dem befruchteten Keimbläschen bis zu etwa einem Drittheil des Embryosacks herabreicht, die andere den übrigen unteren Raum des Embryosacks vollständig ausfüllt.

Der Embryosack folgt fortan dem beträchtlichen Wachsthum des Eikerns vorzugsweise in seinem oberen Drittheil. Aus wiederholter Zweitheilung der dieses ausfüllenden Zelle geht die Hauptmasse des sonderbaren Eiweisskörpers hervor, auf welchem der heranwachsende Embryo ruht.

Die Basalzelle des Eiweisskörpers ist die, abgesehen von Grössezunahme, unveränderte untere der beiden primären Endospermzellen. Nur die obere der zwei Zellen, in welche das befruchtete Keimbläschen zuerst sich theilte, wird zum Embryoträger, der nur ganz locker an der Innenwand des Embryosacks haftet.

Berberideen.

Das aufrechte anatrope Ei von Berberis vulgaris zeigt eine leichte Krümmung des Eikerns und der Mikropyle nach der Raphe hin, welche seine Form der des unbefruchteten Eies von Geraniaceen einigermaassen ähnlich macht. Der Embryosack von relativ geringer Grösse, keuliger Form, liegt in der Längsachse des Eikerns von drei Zellschichten desselben überlagert. Die Keimbläschen, zwei bis drei an der Zahl, sind von verhältnissmässig beträchtlicher Grösse; sie nehmen etwa ein Viertheil des Innenraums des Embryosacks ein. Die Gegenfüsslerinnen derselben, sowie der primäre Kern des Embryosacks sind dagegen nur klein. Der Pollenschlauch durchbohrt die den Scheitel des Embryosacks deckenden Zellenlagen und trifft die Aussenwand jenes meist auf dem Ansatzpunkte des oberen steril bleibenden Keimbläschens; das untere, dem Pollenschlauche entferntere Keimbläschen entwickelt sich zum Embryo. Die Endospermbildung beginnt schon sehr frühe, noch vor der ersten Theilung des befruchteten Keimbläschens.

Fumariaceen.

Vor der Befruchtung nimmt der Embryosack einen mässigen Theil des massigen Eikerns von Corydalis solida ein; mehrere Zellschichten überlagern seinen Scheitel. Die Keimbläschen und ihre Gegenfüsslerinnen sind von beträchtlicher Grösse. Unmittelbar nach Ankunft des Pollenschlauches an der Aussenseite des Embryo-

sacks hebt die Endospermbildung an mit Entstehung zahlreicher, der Innenwand des Embryosacks angelagerter, linsenförmiger Zellkerne. Während nun der Embryosack mit Zellgewebe sich zu füllen beginnt und, an Grösse rasch zunehmend, den oberen Theil des Eikerns fast vollständig verdrängt, verändert eines der Keimbläschen, das befruchtete, sich kaum merklich; sein Zellkern verschwindet, seine Haut wird etwas derber. Die anderen Keimbläschen gehen rückschreitende Umbildung ein und werden aufgelöst. Spät erst, nachdem gallertartig weiches Endosperm den ganzen Innenraum des sehr erweiterten Embryosacks ausfüllt, beginnt im befruchteten Keimbläschen die Zellvermehrung mit einer Quertheilung. Auch bis zur vollen Saamenreife, zur Erhärtung des Endosperms und zum Braunwerden der Testa ist die Zellvermehrung im werdenden Embryo sehr träge. Er bildet sich nicht weiter aus, als zu einem keulenförmigen, sehr kleinen Körper, der in der Längsrichtung nur etwa acht, im (grössten) Querdurchmesser sechs Zellen zählt und mit seiner obersten Zelle, der hinteren, durch die erste Querwand abgetrennten Theilhälfte des befruchteten Keimbläschens, ziemlich fest an der Innenseite der Embryosackhaut haftet.

Cruciferen.

Gelungene Längsschnitte durch das unbefruchtete Ei von Arabis caucasica, Matthiola incana, Aubrietia deltoidea, Cheiranthus Cheiri lassen deutlich im Mikropyle-Ende des Embryosacks die Keimbläschen erkennen; in der Regel nur zwei, wenig gestreckte Zellen, die der Innenwand des Embryosacks mit ziemlich breiter Basalfläche anhaften. Bei Cheiranthus Cheiri, wo (wie durch Tulasne*) bekannt) stets mehrere Embryosäcke im nämlichen Ei vorhanden sind, pflegt nur einer derselben Keimbläschen zu zeigeu. Dicht unterhalb der Keimbläschen liegt der primäre Kern des Embryosacks, kugelig mit grossen Kernkörperchen. Unregelmässig gestaltete Amylumkörperchen sind in seiner Nähe angehäuft. Gegenfüsslerinnen der Keimbläschen fehlen. Fast unmittelbar nach Ankunft des Pollenschlauches verschwindet das obere Keimbläschen, während das befruchtete untere, in der Regel dem Pollenschlauchende fernere, zur langgestreckten obersten Zelle des Vorkeims sich dehnt.

Bei der grossen Mehrzahl der Cruciferen ist das zu transito-

*) Ann. d. sc. nat. Bot. 3e série. T. XII.

rischem Endosperm sich ballende Plasma von amorphem Chlorophyll grün gefärbt.

Resedaceen.

Im unbefruchteten, umgebogenen*) Ei von Reseda lutea nimmt der eiförmige, an beiden Enden mässig zugespitzte Embryosack, von einer einfachen Zellschicht umhüllt, das Innere der oberen Hälfte des Eikerns ein. Die Keimbläschen reichen bis zu einem Drittheil des Embryosacks; im Mittelpunkte desselben schwebt der kugelige, primäre Kern. Gegenfüsslerinnen der Keimbläschen sind vorhanden. Der Embryosack vergrössert sich mit reissender Schnelligkeit nach Ankunft des Pollenschlauches an seiner Aussenwand. Er verdrängt den unteren Theil des Eikerns fast vollständig. Die vom Pollenschlauch durchbohrte kappenförmige Zellschicht dagegen, welche den Scheitel des Embryosacks deckt, bleibt vorerst erhalten. Neben der Stelle, an welcher der Pollenschlauch die Aussenwand des Embryosacks berührt, erscheint das befruchtete Keimbläschen der Innenwand mit mässig breiter Basis angesetzt; das unbefruchtete verschwindet früh. Jenes entwickelt sich zu einem kurzen, etwa sechs Zellen langen Vorkeim, aus dessen Endzelle der Embryo hervorgeht. Die jungen Endospermzellen sind grün gefärbt, wie bei den Cruciferen.

Violaceen.

Der Embryosack der Veilchen (odorata, mirabilis, tricolor) nimmt vor der Befruchtung einen nur mässigen Theil der Achsengegend des Kerns vom unbefruchteten Eichen ein. Die Keimbläschen sind ziemlich gross; der Kern des Embryosacks seitenständig. Bald nach Ankunft des Pollenschlauches am Embryosack, zu der Zeit, da die ersten Zelltheilungen im befruchteten Keimbläschen erfolgen, die unbefruchteten Keimbläschen verschwunden sind und die Zellkerne des transitorischen Endosperms aufzutreten beginnen, lässt der Embryosack sehr leicht vom übrigen Gewebe des Eikerns und dem unverletzt erscheinenden Pollenschlauchende sich trennen; vor Allem bequem bei Viola odorata.

*) Als Biegungen bezeichne ich Abweichungen der Längsachse des Eikerns von der geraden Linie, an denen der Funiculus keinen Antheil nimmt; als Krümmungen solche, an denen der Funiculus sich betheiligt. Jedes völlig gekrümmte Ei (Malva z. B.) war ursprünglich anatrop, jedes halb gekrümmte (Leguminosen) früher hemianatrop.

Polygaleen.

Das Exostom der anatropen Eichen von Polygala vulgaris überragt sehr weit das Endostom, so dass ein ziemlich langer Gang auf dieses zuführt. Der Embryosack nimmt die Achse des fleischigen Eikerns ein; drei Zellenlagen bedecken seinen Scheitel. Diese durchbohrt der Pollenschlauch, um dem Gipfelpunkte des Embryosacks sich anzulegen. Das ihm fernere Keimbläschen verlängert sich darauf um das Dreifache; das Auftreten einer Querwand, welche den Innenraum in ungleiche Hälften, eine drei Mal grössere obere und kleinere untere, theilt, leitet seine Umbildung zum Embryoträger ein. Das unbefruchtete obere Keimbläschen erhält sich ziemlich lange unverändert. Zellkerne, bestimmt zur Bildung eines vergänglichen Endosperms, zeigen sich sehr früh schon der Innenwand des Embryosacks angelagert.

Euphorbiaceen.

Die Euphorbiaceen zeichnen sich aus durch massige Entwickelung des inneren der beiden Integumente, welches das äussere an Dicke gewöhnlich übertrifft. Die Kernwarze ist zu einer schlanken Spitze vorgezogen (Ricinus, Euphorbia, Mercurialis). Der Scheitel des Embryosacks ist bei letzterer breit und stumpf, bei ersteren spitz, bei allen von mehreren Gewebschichten gedeckt.

Die Pollenschläuche, bei allen Euphorbiaceen sehr dünn und zart,*) durchbohren den schnabelförmigen Fortsatz der Kernwarze und dringen so bis zur Aussenwand des Embryosacks, wo ihre Vorderenden bei Mercurialis perennis merklich sich verbreitern. Das befruchtete der meist zu dreien vorhandenen Keimbläschen vermehrt sich gleich nach der ersten Quertheilung nach allen drei Richtungen; der Embryoträger wird massig, bleibt aber sehr kurz. Die Endospermbildung beginnt schon früh.

Caryophylleen
(mit Einschluss der Portulacaceen).

Die nämliche Form des Eies ist den Caryophylleen, Alsineen, Portulacaceen, Ficòideen, Cacteen, Chenopodeen und Nyctagineen gemein: ein umgebogener Eikern, überzogen von zwei dünnen

*) Schacht's Abbild. von Mercurialis perennis (Pflanzenembryo Taf. 21, Fig. 17.) stellt den Pollenschlauch sehr dick und im Zusammenhange mit dem Träger des schon weit entwickelten Embryo dar; das Erste ist eben so irrig als das Zweite.

häutigen Integumenten, deren äusseres das innere an Dicke nur wenig übertrifft; das Endostom ragt aus dem Exostom hervor, oft sehr beträchtlich. Der Embryosack liegt bei allen diesen Familien tief im Innern des Eikerns.

Bei Dianthus, Saponaria officinalis, Stellaria media ist er schon vor der Befruchtung gestreckt, der Krümmung des Eies entsprechend gebogen, bei Portulacaceen (Calandrinia) wenig länger als breit. Die Keimbläschen sind meist von beträchtlicher Grösse, sehr empfindlich gegen Einwirkung des Wassers; bei Saponaria, Calandrinia meist zu zweien, bei Stellaria media meist zu dreien vorhanden. Gegenfüsslerinnen derselben fehlen in der Regel. Der primäre Kern des Embryosacks ist bei Saponaria ähnlich wie bei Agrostemma gross, wandständig und Mittelpunkt eines Systems strahliger Fäden körnigen Schleimes. Die oberen Enden der Keimbläschen von Stellaria media sind der spitzen Ausstülpung eingepresst, welche die flache Scheitelwölbung des Embryosackes in ihrer Mitte trägt.

Die nicht befruchteten Keimbläschen verschwinden sehr bald nach Ankunft des Pollenschlauches an der Aussenfläche des Embryosackes. Nur bei Saponaria officinalis und Stellaria media überdauern sie bisweilen die erste Theilung des befruchteten. Dieser Theilung folgt sehr rasch eine beträchtliche Anschwellung der obersten oder der beiden obersten Zellen des Vorkeims. Bei Stellaria media werden dadurch die unbefruchteten Keimbläschen, wenn noch vorhanden, völlig verdrängt, so dass jetzt nur noch der obere Theil der ersten Zelle des Vorkeims die Ausstülpung des Embryosackscheitels einnimmt (vgl. Tulasne, Annal. d. sc. nat. 4e sér. T. IV. pl. XIV.). Nur bei den Portulaceen zeichnen sich die oberen Zellen des Embryoträgers vor den übrigen nicht durch besondere Grösse aus Die Wand des Pollenschlauches, wie auch die der Scheitelregion des Embryosacks, verdickt sich während dieser Vorgänge beträchtlich. Der Embryoträger entwickelt sich bei allen Caryophylleen zu ansehnlicher Länge. Endospermbildung tritt erst spät und spärlich ein.

Mesembryanthemeen (M. pomeridianum), Cacteen (Cereus phyllanthus) und Aamarantaceen (Gomphrena globosa) stimmen im Bau des Eies und in Beschaffenheit des unbefruchteten Embryosackes mit den Caryophylleen überein. Die Mesembryanthemeen zeigen eine ungewöhnliche Länge und Zellenzahl des Embryoträgers; Mesembryanthemeen und Cacteen frühe und reichliche Bildung transitorischen Endosperms.

Nyctagineen.

Auch das Ei und der Embryosack von Mirabilis Jalappa sind denen der Caryophylleen ähnlich, der Embryosack indess nur sehr wenig gekrümmt. Die Keimbläschen sind von mässiger, ihre Antipoden von beträchtlicher Grösse, namentlich sehr lang gestreckt. Nach Ankunft des Pollenschlauches am Embryosacke dehnt sich das befruchtete untere Keimbläschen zu einem kurzen Schlauche, dessen halbkugelige Endzelle durch eine Querwand vom oberen Raume getrennt wird. Diese Zelle theilt sich noch zwei oder drei Mal durch horizontale Wandungen; dann erfolgt die Bildung des Embryokügelchens. Der Träger desselben erreicht nicht die Länge wie in den vorhergenannten Familien. Das befruchtete, bereits zweizellige, wie auch das unbefruchtet bleibende Keimbläschen zerfliessen sofort bei Wasserzusatz. Während der Anlegung des Embryokügelchens vergrössern sich die das untere Ende des Embryosacks ausfüllenden Gegenfüsslerzellen der Keimbläschen ganz ungemein, so dass ihre Länge und Umfang mehr als die Hälfte von denen des übrigen Theiles des Sackes erreichen. Die reichliche Endospermbildung beginnt frühe mit dem Erscheinen zahlreicher Zellenkerne, die als kleine kugelige Tröpfchen das Licht stark brechenden Schleimes ohne feste Körper im Innern auftreten. Die Membran des Embryosacks ist fest, sie lässt sich leicht vom geschlossenen Ende des Pollenschlauchs ablösen.

Malvaceen.

Das gekrümmte Ei der Malvaceen (Malva rotundifolia, Lavatera Olbia, Hibiscus Trionum) besitzt ein stark entwickeltes inneres und ein dünneres häutiges äusseres Integument; der Embryosack, lang gestreckt, liegt tief im Innern des Eikerns; die Keimbläschen, meist zwei, sind beträchtlich gross, ebenso der zur Befruchtungszeit wandständige Kern. Gegenfüssler der Keimbläschen fehlen in der Regel.

Der Pollenschlauch trifft auf den Embryosack genau in dessen Scheitelpunkte; hier breitet sein Ende sich bald fussförmig aus, bald gabelästig in zwei sehr kurze Zweige. Während das eine Keimbläschen zuerst durch eine Quertheilung, dann durch Vermehrung der unteren beiden Zellen nach mehreren Richtungen in Vorkeim und Embryo sich umwandelt; während das and[illegible] ischen

verschrumpft, stülpt das Pollenschlauch - Ende die Membran des Embryosacks tief ein. Die Wand des Schlauches verdickt sich dann beträchtlich, in dem Maasse, dass das in der Einstülpung des Embryosacks eingeschlossene angeschwollene Ende von dem oberen fädlichen Theile durch Verstopfung des Lumens an der Verbindungsstelle beider abgeschieden wird. An dieser Stelle reisst sehr leicht der Zusammenhang. Der Inhalt des so abgeschnürten Pollenschlauch - Endes besteht aus einem Klumpen zusammengeballter spindelförmiger Körperchen. — Der Embryosack verdrängt das umgebende Gewebe des Eikerns bis auf eine dünne Schicht zu der Zeit, da am heranwachsenden Embryo die Kotyledonen sich zu zeigen beginnen. Von jetzt an füllet sich der Embryosack allmälig von den Innenwänden aus, mit durch freie Zellenbildung entstandenem Endosperm. In dieses hinein dringt der Embryo, der in seiner Entwickelung der längsten von der Raphe fernsten Seite des gekrümmten Embryosacks sich anschmiegt. In der Krümmung seiner Kotyledonen schliesst der Embryo den durch ihn nicht verdrängten Theil des Endosperms ein; dieses Gewebe erhält sich bis zur Saamenreife. Das Eiweiss des gereiften Saamens besteht aus zwei verschiedenen Theilen: einer dünnen, Embryo und Endosperm umgebenden Lage von Perisperm, von häutiger, und einer Endospermmasse von mehliger Beschaffenheit.

Den Malvaceen sind die Lineen durch das ähnliche Verhältniss der Integumente im Eibau einigermaassen verwandt.

Geraniaceen.

Die den Geraniaceen im Allgemeinen zukommende, erst kurz vor der Befruchtung eintretende Krümmung des Kerns des bis dahin anatropen Eies zeigen die Pelargonien in besonders hohem Grade. Der Embryosack ist hier vor der Befruchtung, wie bei Geraniaceen, von den riesigen Keimbläschen fast zur Hälfte angefüllt. Nach erfolgter Befruchtung streckt eines der Keimbläschen sich sehr beträchtlich zur obersten Zelle des langen, vielzelligen Vorkeims. Der Embryosack nimmt während dessen an Grösse rasch zu. Das der Embryosackhaut bald von aussen nur anliegende, bald sie tief einstülpende Pollenschlauchende schwillt unterdessen an, seine Wand verdickt sich oft sehr bedeutend, die Haut zeigt dann schichtenweise Lagerung. Die Körperchen seines Inhalts zeigen ähnliche Formen wie bei den Malven.

Oxalideen.

Das anatrope Ei von Oxalis corniculata sitzt mit rechtwinkelig zurückgebogenem kurzen Fortsatz des Funiculus an der Placenta. Aeusseres und inneres Integument sind beide dünn und häutig; der von Letzterem umschlossene Hohlraum ist zur Zeit der Befruchtung vom Embryosacke schon fast vollständig ausgefüllt.

Das befruchtete Keimbläschen haftet an der innern Wand des Embryosacks mit kleiner Ansatzfläche, in deren Nähe auf der Aussenwand des Embryosacks das stumpfe Ende des Pollenschlauchs liegt. Die Endospermbildung beginnt sehr früh, bereits nach der ersten Quertheilung des befruchteten Keimbläschens. Der Vorkeim erhält eine nur mässige Länge, er ist massig. Die grüne Farbe, so bezeichnend für den Vorkeim und jungen Embryo der Geraniaceen und Tropäoleen, fehlt dem der Oxalideen.

Tropaeoleen.

Der Form und Beschaffenheit des Eies von Tropaeolum majus und anderen Arten sind bekannt*). Es hält nicht schwer, den unbefruchteten Embryosack völlig frei zu legen; geschieht diese Operation mit der nöthigen Vorsicht, so bleiben nicht allein die von einer zarten Zellstoffhaut umgebenen, in der Scheitelwölbung haftenden Keimbläschen unverletzt (die Zweizahl derselben ist Regel, doch verschrumpft eines derselben schon häufig vor der Befruchtung), sondern auch der unterhalb der Keimbläschen schwebende primäre Kern des Embryosacks. Von diesem Kern führt zu den Keimbläschen und zu dem zellenleeren unteren Ende des Sackes ein dicker Strang körnigen Schleimes. — Beide Enden des zur Befruchtungszeit langgestreckten Embryosacks sind keulig geschwollen, das untere stumpf, das obere spitz.

Der Pollenschlauch drängt sich eine kurze Strecke zwischen Embryosack und inneres Integument. Die mit einer Quertheilung anhebende Vermehrung des befruchteten Keimbläschens erfolgt mit reissender Schnelligkeit und führt sehr bald zur Bildung eines kurzen, etwa fünf bis sechs Zellen langen, mit kleiner oberster Trägerzelle an der Embryosackhaut locker haftenden massigen Zel-

*) Schleiden, N. A. C. L. C. N. C. XIX. 1. Taf. VIII. Hofmeister, Entstehung des Embryo S. 53. Schacht, Pflanzenembryo S. 149 und Botan. Ztg. 1855. S. 64.

lenkörpers, aus dessen bauchig anschwellendem oberen Theile nach vorn und hinten ein in die Integumente sich einbohrender Fortsatz hervorspriesst, während am fortwachsenden unteren Ende der Embryo entsteht*).

Limnantheen.

Der Embryosack von Limnanthes Douglasii verdrängt, wie bei Tropaeolum, schon vor der Befruchtung das übrige Gewebe des von nur einem sehr dicken Integument umhüllten Eikerns. Die Keimbläschen, meist zwei, seltener drei an der Zahl, nehmen fast vollständig das obere Dritttheil des eiförmigen Embryosacks ein. Ihre Gegenfüsslerzellen sind stets vorhanden und gleich den Keimbläschen von erheblicher Grösse. Der unbefruchtete, wie auch der eben befruchtete Embryosack lassen sich sehr leicht völlig unverletzt freilegen. — Dass die Entwickelung des Embryo, dessen Träger aus einer einfachen Reihe von Zellen besteht, keine der Eigenthümlichkeiten derjenigen von Tropaeolum zeigt, ist bereits durch Schleiden bekannt**).

Rutaceen.

Das Ei von Ruta graveolens ist nach dem der grossen Mehrzahl polypetaler Dicotyledonen gemeinsamen Typus gebaut: anatrop mit zwei Integumenten, massigem Eikern, tief in dessen Innern der keulige, nach unten stark verjüngte Embryosack mit grossem Kern. Keimbläschen zwei bis drei, ihre Gegenfüssler bald vorhanden, bald nicht. Der Pollenschlauch trifft auf den Embryosack genau in dessen Scheitelpunkt; die reichliche Endospermbildung beginnt noch vor der ersten Theilung des befruchteten Keimbläschens, neben dem das unbefruchtete lange sich erhält.

Aurantiaceen.

Der Bau des Eies der Orangen (Citrus medica, Limonium) ist in den Hauptzügen übereinstimmend mit dem von Ruta. Wie dort zieht sich vom Scheitel des Embryosacks durch die Längsachse des Eies bis zur Spitze der Kernwarze ein Strang kleiner, nahezu würfeliger Zellen mit trübem körnigen Inhalte. Durch dieses Ge-

---

*) Die Anhängsel des oberen Endes des Vorkeims, welche Schacht neuerdings abbildete (Botan. Ztg. 1855. Taf. IX. Fig. 12.), wurden nie von mir bemerkt.

**) N. A. A. C. L. XIX. 1. Taf. VIII. Fig. 129, 130.

webe*) bahnt sich der Pollenschlauch, der vor dem Eintritte in die Kernwarze bisweilen blasig anschwillt, seinen Weg zum Scheitel des Embryosacks. Diese Scheitelgegend, in eine mehr oder minder lange Spitze vorgezogen, ist schon vor Ankunft des Pollenschlauchs (die hier, wie bei vielen Holzgewächsen aus den verschiedensten Familien, erst geraume Zeit nach dem Stäuben des Pollens erfolgt) vollgestopft mit einem Breie zartwandiger Zellen, den Keimbläschen**). Bevor in einzelnen derselben Vermehrungserscheinungen auftreten, vergrössern Fruchtknoten und befruchtete Eichen sich beträchtlich, während von der Fruchtknotenwand aus die zahlreichen Zellkörper des Fruchtfleisches sich entwickeln. Die Keimbläschen gehen bald alle zu Grunde, bis auf eins; bald erhalten sich einige. bald sehr viele nach erfolgter Befruchtung. Die bleibenden befruchteten erhalten derbe Zellwände und haften mit breiter Ansatzfläche an der ebenfalls zähe und derb werdenden Haut des Embryosacks. Dieser, der jetzt leicht sich freilegen lässt, hat inzwischen in seiner Scheitelregion bisweilen kurze, kraus verästelte Aussackungen getrieben. Die erste Theilung des befruchteten Keimbläschens, durch eine Querwand, erfolgt bei uns erst nach Verlauf einer Winterruhe, im Frühlinge nach der Blüthezeit. Aus der unteren der beiden Zellen wird durch Vermehrung nach allen drei Richtungen der Embryo, der mit nur einer kurzen Trägerzelle der Innenwand des Embryosacks ansitzt. Bei Embryosäcken mit zahlreichen Embryonen ist die Anheftungsstelle einiger derselben oft beträchtlich entfernt vom oberen Ende des Embryosacks. An solchen in der Regel später fehlschlagenden Embryonen kommt es mitunter vor, dass sie, aufwärts sich krümmend, in verkehrter Richtung sich entwickeln: mit der Spitze des Stämmchens gegen den Scheitelpunkt des Embryosacks gekehrt.

Acerineen.

Von den beiden aufrechten halbumgewendeten Eichen, welche jedes Fruchtknotenfach von Acer Pseudoplatanus enthält, pflegt nur das untere etwas schräge stehende befruchtet zu werden. Bau des Eies und Lage des kurzen und dicken Embryosacks sind wie bei

*) Schacht hat diese Zellen unbegreiflicher Weise für vom Pollenschlauche abstammend genommen. Flora 1855.

**) Krüger (Botan. Zeitung 1851. S. 573) sagt, dass vor der Befruchtung hier nur Zellenkerne sich befinden; ich sehe um jeden der kleinen Zellenkerne eine zartwandige Zelle, womit auch Krüger's Abbildungen übereinstimmen.

den vorhergehenden Familien. Keimbläschen und ihre Gegenfüssler sind meist zu zweien, selten zu dreien da; letztere fehlen oft. Eine Schicht körnigen Plasmas überzieht die Innenwand des Embryosacks; sein primärer Kern ist diesem Wandbelege eingebettet.

Der Pollenschlauch erreicht den Scheitel des Embryosacks etwa acht Tage nach dem Verblühen, nachdem die Flügel des Fruchtknotens zu mehr als halbzölliger Länge heranwuchsen. Der Kern des einen Keimbläschens, des befruchteten, verschwindet jetzt; die anderen Keimbläschen verschrumpfen zu unförmlichen Massen. Mehrere Tage später erfolgt die erste Theilung, eine Quertheilung, des jetzt der inneren Wand des Embryosacks fest anhaftenden befruchteten Keimbläschens. Bald darauf beginnt die Endospermbildung.

Salicineen.

Die anatropen Eichen der Weiden und Pappeln sind von nur einem Integument bekleidet. Schon frühe verdrängt der Embryosack die ihn deckende Zellschicht; die Membran seiner Scheitelgegend drängt sich bis in die Innenmündung der dicken Eihülle; der Innenwand dieser Aussackung sitzen die Keimbläschen an, mehr in die Breite als in die Länge gezogene Zellen, meist zu zweien.

Bis zu diesem Grade der Entwickelung gelangen die unbefruchteten Eichen erst nach dem Verstäuben des Pollens, während der Fruchtknoten schon ziemlich die Grösse der reifen Kapsel erreicht. Jetzt erst dringt der Pollenschlauch durch den Eimund bis an den Embryosack, dessen Aussenwand er sich fest anlegt. Eines der Keimbläschen (das dem Scheitel des Embryosacks fernere) verlängert sich jetzt, theilt sich quer und bildet sofort oder nach wiederholter Quertheilung der unteren Zelle den kurzen massigen Vorkeim, aus dessen Ende der Embryo hervorspriesst, sobald der Vorkeim bis in die rings von Zellgeweben umgebene Gegend des Embryosacks herabgewachsen ist. Gleichzeitig beginnt die Bildung transitorischen Endosperms. Pappeln und Weiden verhalten sich gleich, doch sind erstere (Populus nigra, heterophylla) wegen beträchtlicherer Grösse der Eier zur Untersuchung bequemer.

Celastrineen.

Das aufrechte, beinahe kugelige anatrope Ei von Evonymus latifolius hat zwei Integumente, beide dick. Der Embryosack ver-

drängt schon vor der Befruchtung den ganzen oberen grösseren Theil des Eikerns und liegt der Innenwand der inneren Eihülle auf allen Punkten an. Die Membran seines Scheitels ist beträchtlich verdickt. An dieser verdickten Stelle haften fest die Keimbläschen, meist zwei an der Zahl, gestreckt eiförmige Zellen, die schon vor Entfaltung der Blumenkrone eine Zellstoffhaut erkennen lassen. Nahe unter ihnen liegt der primäre Zellkern des Embryosacks, dem Wandbeleg von kernigem Schleime eingebettet. Gegenfüsslerzellen der Keimbläschen sind bald vorhanden, bald nicht. Der Pollenschlauch trifft nach Zurücklegung des langen Canals des Endostoms auf den verdickten Scheitel des Embryosacks; über diesen spaltet er sich entweder in zwei kurze Gabeläste, oder sein Ende drängt sich seitwärts eine geringe Strecke zwischen Embryosack und innere Eihülle. Das dem Scheitelpunkte des Embryosacks fernere Keimbläschen schwillt darauf in seinem unteren, freien Ende kugelig an; in der Anschwellung sammeln sich Körner des Plasma; bald darauf wird sie durch eine Querwand vom oberen, engeren Zellraum getrennt. Durch Vermehrung nach allen drei Richtungen bildet sich die untere, kugelige Zelle zum Embryokügelchen um, welches mit sehr kurzem, nur aus der oberen Theilhälfte des befruchteten Keimbläschens bestehendem Stiele der inneren Wand des Embryosacks ansitzt. Sehr früh, schon während des kugeligen Anschwellens des Keimbläschens beginnt an den Innenwänden des aus der Spindelform in die bauchige übergehenden Embryosacks die Endospermbildung mit dem gleichzeitigen Auftreten zahlreicher freier Zellenkerne.

Stackhousia verhält sich in Bezug auf Embryobildung ganz übereinstimmend mit Evonymus, nur dass ihr Embryosack von Anfang an bauchig ist.

Urticeen.

Im aufrechten, von zwei Integumenten bedeckten, ungekrümmten Ei der Urtica dioica liegt ursprünglich ziemlich tief im Innern des Eikerns der gestreckte, keulige Embryosack. Nach Bildung der Keimbläschen und derer Antipoden nähert er sich durch Verdrängung einiger der ihn umgebenden Zellschichten der Aussenfläche des Eikerns bis auf drei Zellenlagen. Diese durchbrechend trifft der Pollenschlauch auf oder nahe neben dem Scheitel des Embryosacks. Eines der Keimbläschen bildet sich darauf zum kurz gestielten Embryo um.

ben, leicht zu isolirenden Embryosacks fest an. Das unterste der Keimbläschen, das befruchtete, theilt sich zuerst durch eine quere oder doch sehr schräge Wand; gleichzeitig beginnt die Bildung transitorischen Endosperms. Der Embryoträger erhält eine nur sehr geringe Länge.

Rosaceen.

Das Ei von Rosa (canina, rubiginosa, lutea) hat nur ein dickes Integument. Der grosse fleischige Eikern enthält in seiner Längsachse stets mehrere, drei bis sechs, langgestreckte, an der Spitze keulige Embryosäcke. Die zu einem Bündel nebeneinanderstehenden pflegen sich seitlich aus dem Kern hervorzudrängen, so dass sie etwas unterhalb der Kernwarze die Innenwand der Eihülle berühren. Nicht in allen Embryosäcken desselben Eies, aber häufig in mehreren finden sich Keimbläschen, meist zu zweien: eiförmige, schon vor der Befruchtung mit einer Zellstoffhaut bekleidete Zellen, welche fest an der Innenwand des Embryosacks haften. Die Gegenfüsslerzellen der Keimbläschen sind nur in solchen Embryosäcken vorhanden, deren unteres Ende auch keulig angeschwollen ist.

Der Pollenschlauch legt dem Scheitel des Embryosacks von aussen sich fest an; die unverletzte Trennung beider ist schwer. Das untere der Keimbläschen, dessen Ansatzende vom Pollenschlauche in der Regel ziemlich fern ist, streckt sich darauf etwas in der Länge und theilt sich durch eine Querwand, welche Theilung je in der unteren Zelle sich öfters wiederholt. So bildet sich ein ziemlich langer Vorkeim, eine einfache Zellreihe, in der einzelne Gliederzellen bisweilen durch Längswände sich theilen. Die Endzelle wird endlich durch Vermehrung nach allen drei Richtungen zum Embryokügelchen. Viel früher schon beginnt durch Entstehen zahlreicher freier Kerne die Bildung des vergänglichen Endosperms. Die Embryosackhaut verdickt sich während dieser Vorgänge sehr beträchtlich, mit Ausnahme der ganz dünnwandig bleibenden Ansatzfläche des Embryoträgers. Das unbefruchtete Keimbläschen erhält sich ziemlich lange.

Rubus Idaeus unterscheidet sich im Eibau von Rosa durch die Anwesenheit nur eines weit kürzeren cylindrischen Embryosacks. Das zweite Ei jedes Fruchtknotens schlägt schon früh fehl, noch vor Bildung der Keimbläschen, und wird vom sich entwickelnden Eie in die Scheitelwölbung der Fruchtknotenhöhle gedrängt.

Pomaceen.

Im massigen Eikern von Pyrus (communis, Malus) ist der Embryosack tief verborgen; Keimbläschen sind zu dreien vorhanden; am Scheitel des Embryosacks ist dessen Wand stark verdickt. Der Pollenschlauch, der wie bei den Rosaceen zeitig dickwandig wird, trifft nach Durchbohrung des oberen Theiles des Eikerns den Embryosack bald auf der Spitze, bald etwas unterhalb derselben. Der Vorkeim bleibt etwas kürzer als bei Rosa; im Uebrigen ist die Embryoentwickelung die gleiche.

Leguminosen.

Bekanntlich ist den Leguminosen die halb gekrümmte Form des Eies gemeinsam. In manchen Fällen (Lotus, Tetragonolobus) ist die Krümmung des Eikerns kaum merklich. Die grosse Mehrzahl hat zwei Eihüllen, die äussere fleischig, die innere dünnhäutig. Dies gilt von allen im Folgenden besprochenen, nur Lupinus ausgenommen.

Der obere Theil des Eikerns von Trifolium pannonicum wird sehr früh vom Embryosack verdrängt, welcher den langgestreckten, kegelförmigen Hohlraum des inneren Integuments vollständig auskleidet. Das Endostom trifft nicht auf den Scheitel des Embryosacks, sondern etwas unterhalb desselben auf der der Raphe abgewendeten Seite; ein Verhältniss, das bei den meisten anderen Leguminosen wiederkehrt. Die zwei, selten drei birnförmigen Keimbläschen sind der engen Scheitelwölbung des Embryosacks eingepresst. Dicht unter ihnen liegt der grosse primäre Kern des Sacks in einer Ansammlung körnigen Schleims, der als dünner Beleg weiter abwärts über die Innenflächen der Seitenwände sich fortsetzt. Gegenfüssler der Keimbläschen fehlen. Der Pollenschlauch trifft nach Zurücklegung des Eimundes den Embryosack meistens genau auf der Aussenseite der Ansatzfläche des unteren Keimbläschens. Dieses verlängert sich etwas, und beginnt durch Theilung mittelst einer Querwand die Bildung des kurzen, massigen Vorkeims. Das unbefruchtete Keimbläschen erhält sich lange Zeit.

Tetragonolobus purpureus, Senebiera Coronopus verhalten sich Trifolium ähnlich. Auch bei ihnen ist der Vorkeim eine kurze, eiförmige Zellenmasse, an welcher das Embryokügelchen mit einer Einschnürung, wie der Kopf am Rumpfe, sich absetzt.

Bei Lathyrus odoratus erfolgt ebenfalls in den Gliederzellen

des noch kurzen Vorkeims, mit Ausnahme der obersten, der Trägerzelle, die Theilung durch Längswände. Damit hält aber deren Vermehrung inne, und noch bevor die einfache Scheitelzelle durch Vermehrung nach allen drei Richtungen zum Embryokügelchen sich umbildet, beginnt eine sehr beträchtliche Streckung des der Trägerzelle nächsten Paares von Zellen des Vorkeims, wodurch dessen Spitze bis weit über die Mitte des Embryosacks befördert wird. Der Embryosack von Astragalus galegiformis tritt nur mit seinem Scheitel aus der ihn umhüllenden Zellschicht des Eikerns hervor; hier liegen die Keimbläschen, zwei bis drei, von denen die abortirenden häufig wie bei Lathyrus schon vor Ankunft des Pollenschlauches verschrumpfen und unkenntlich werden. Noch nach Ankunft des Pollenschlauches und nach der ersten Quertheilung des befruchteten Keimbläschens trennt dieses während der Beobachtung sich leicht, anscheinend freiwillig, ohne bemerkliche äussere Veranlassung von der Wand des Embryosacks und tritt frei in dessen inneren Raum. Der Embryoträger bleibt kurz, entwickelt sich aber sehr in die Dicke; die Zellen seiner Oberfläche schwellen halbkugelig an während das Embryokügelchen angelegt wird.

Das sehr dicke einzige Integument von Lupinus (hirsutus, Cruikshankii) umschliesst vor der Befruchtung einen spindelförmigen, nur schwach gegen die Raphe gekrümmten Eikern, dessen Mittelregion von dem Embryosack vollständig verdrängt ist; die Seitenwände des cylindrischen, oben und unten glatt abgestutzten Embryosacks berühren unmittelbar die Innenfläche des Integuments. Der Scheitel des Sacks ist von der kegelförmigen Kernwarze bedeckt; auch unter seinem Grunde ist ein kleiner Rest des Eikerns erhalten. Die Keimbläschen, wenig gestreckte Zellen, sitzen unter der Kernwarze, meist etwas seitlich; wenig tiefer, ähnlich wie bei Trifolium, schwebt der primäre Kern des Embryosacks.

Der Pollenschlauch drängt sich entweder zwischen Kernwarze und Integument hindurch und erreicht so die Seitenfläche des Embryosacks, oder er durchbohrt das Gewebe der Kernwarze und gelangt so an dessen Scheitel. Der Schlauch zeigt zahlreiche kurze Aussackungen und wunderliche Krümmungen. Die erste Theilung des befruchteten Keimbläschens erfolgt bei Lupinus wie ziemlich allgemein durch eine Querwand. Auch die ferneren Theilungen geschehen in ähnlicher Weise durch Wiederholung dieser Theilung in den jeweiligen Endzellen. Die Untersuchung wird aber sehr erschwert durch die Beschaffenheit der Zellen des jungen Vorkeims;

sie sind gegen die Einwirkung von Wasser in weit höherem Grade empfindlich als selbst die unbefruchteten Keimbläschen; eine feste Zellhaut besitzen sie gar nicht; sie zerfliessen fast sofort bei Wasserzusatz. Gleichzeitig mit der ersten Theilung des befruchteten Keimbläschens beginnt die Endospermbildung; auf der ganzen Innenfläche des an Länge und Weite rasch zunehmenden Embryosacks treten in dem dicken Wandbelege aus Protoplasma grosse Kerne mit grossen Kernkörperchen auf, die bald von Zellen umgeben erscheinen. Bei Lupinus hirsutus bildet sich in den Endospermzellen des unteren Theiles des Embryosacks wie auch in den Zellen des Vorkeims reichlich Chlorophyll. Auch die Endospermzellen sind ohne feste Wände, sehr zerfliesslich; es geschieht sehr häufig, wenn sie beim Präpariren durch den Schnitt getroffen wurden, dass ihr zäher Inhalt in langen, scharf begrenzten Streifen, hier und da einen Zellkern einschliessend, in den inneren Raum des Embryosacks hineingezogen wird*). Während dieser Vorgänge vergrössert sich der Embryosack hauptsächlich in seinem oberen Theile, das Gewebe der dicken Eihülle in Richtung des langen, krummen Mikropyle-Canals zerstörend und verdrängend. Die Membran des Embryosacks erhält dabei sehr zahlreiche kürzere und längere Aussackungen, umwächst auch häufig das Ende des Pollenschlauches, welches nun wie in eine Tasche der Embryosackhaut versenkt erscheint.

Von der Zeit an, wo am unteren Ende des Vorkeims die Bildung des Embryo beginnt, erhalten die Zellen des Trägers feste Membranen. Eine leichte Berührung genügt, die zum grossen Theile mit kugeligen Ausstülpungen versehenen Zellen aus dem Zusammenhange zu lösen und in dem jetzt die Spitze des Embryosacks erfüllenden Breie von Endospermzellen umherzustreuen.

Melastomeen.

Das anatrope Ei von Centradenia floribunda ist von zwei Eihüllen bedeckt, deren äussere, in der Raphe von einem Gefässbündel durchzogen, aus zwei Zellenlagen, die innere nur aus einer solchen besteht. Der Embryosack, von einer einzigen Zellschicht des Eikerns umhüllt, nimmt dessen obere drei Viertheile

*) Nur auf solchen Anschauungen kann die Angabe Hartig's von den bei Lupinus hirsutus vorkommenden Prodromen der Embryonen beruhen, vielleicht zum Theil auch auf der Zerbrechlichkeit des Embryoträgers (Hartig, Leben der Pflanzenzellen. Berlin 1844. Seite 17, 18).

ein; der Keimbläschen sind zwei, ziemlich gestreckt; ihre Gegenfüssler sind bald vorhanden, bald nicht. Nach der Befruchtung verwandelt sich eines der Keimbläschen in eine kurze Zellreihe, den Vorkeim, aus dessen Endzelle der Embryo hervorgeht.

Proteaceen.

Das anatrope Ei von Grevillea (acanthifolia, lutea) enthält einen massigen Eikern, in welchem der langgestreckte, bei Grevillea acanthifolia auffällig geschlängelte Embryosack mit seinem Scheitel bis dicht unter die oberflächliche Zellschicht der Kernwarze reicht. Die Keimbläschen, zu zweien, ziemlich kugelig, haben schon vor der Befruchtung feste Zellhäute; der Kern des Embryosacks ist von beträchtlicher Grösse, der Mittelpunkt eines Systems strahliger Plasmafäden; das Vorkommen von Gegenfüsslern der Keimbläschen ist schwankend.

Der derbe Embryosack lässt schon im Zeitpunkte der Befruchtung sich unschwer freilegen. Der Pollenschlauch haftet ihm von aussen nur locker an. Das untere Keimbläschen wird darauf durch zwei bis drei Quertheilungen zum sehr kurzen Vorkeim, der bisweilen ohne sichtbaren Anlass während der Beobachtung von der Innenwand des Embryosacks sich löst. Noch vor der Anlegung des Embryokügelchens beginnt die Endospermbildung, welche beim Sichtbarwerden der Cotyledonen den dreikantigen Embryosack bereits mit geschlossenem Gewebe gefüllt hat.

Onagrarieen*).

Allen Onagrarieen (Oenothera, Godetia, Gaura, Lopezia u. A.) ist die anatrope Form des Eies mit zwei dünnen Integumenten, massigem Eikern, in welchem tief der Embryosack liegt, gemeinsam, sowie die rasche und starke Zunahme der Dicke des Pollenschlauches nach dem Eintritte desselben in den Eikern. Der Pollenschlauch von Godetia (rubicunda, amoena) sowohl als von Oenothera macrosiphon zeigt häufig an seinem Ende kleine Ausstülpungen der Membran, die hier sehr verdünnt zu sein pflegt, wirkliche Durchbohrungen aber in keinem Falle erkennen liess. In dem nach

*) Vergl. Hofmeister, Entstehung des Embryo S. 50 und Berl. Botan. Zeitung 1847. No. 45.

oben oft scharf abgegrenzten, trüben Inhalt des Pollenschlauchendes schweben zahlreiche, mit Jod sich bräunende, nicht bläuende, spindelförmige Körperchen, verschieden von dem stabförmigen Stärkekernchen der Pollenkörner. Die Keimbläschen, insbesondere die von Godetia, lassen schon vor der Befruchtung Membranen aus Zellstoff erkennen, wenn auch sehr zarte.

Trapeen.

Die zwei hängenden Eichen des Fruchtknotens der Trapa natano sind bis nach erfolgter Befruchtung des einen von völlig gleicher Beschaffenheit. Zwei Eihüllen, die innere minder massig als die äussere, überziehen den verhältnissmässig grossen Eikern, dessen Kernwarze, zu einem cylindrischen Fortsatz vorgezogen, bis in die äussere Mündung der Mikropyle reicht. Der kleine keulenförmige Embryosack liegt in der Achse des Eikerns an der Stelle, wo die langgezogene Kernwarze in dessen Hauptkörper übergeht. Die Keimbläschen und ihre Gegenfüssler sind nur in Zweizahl vorhanden; der primäre kugelige Kern des Embryosacks, in der Mitte des Innenraums desselben gelegen, ist von auffallender Grösse.

Sehr bald nach dem Anlangen des Pollenschlauches am Embryosack verwandelt sich das eine Keimbläschen durch eine Reihe rasch auf einander folgender Theilungen in einen eiförmigen Zellkörper, bestehend aus einer Trägerzelle und zwei Längsreihen von Zellen. Die Zellvermehrung im unteren Ende dieses Vorkeims geht bald in die nach allen Richtungen des Raums über. Während sie lebhaft fortdauert strecken sich die obersten, ältesten Zellen bedeutend in die Länge. Der Vorkeim verdrängt das sich verflüssigende Gewebe des Eikerns, doch nicht so schnell als die oberen, älteren Theile des zum Embryoträger werdenden Vorkeims sich strecken. In Folge davon nehmen diese, ähnlich den Embryoträgern der Coniferen, schraubenförmig gewundene Lage an. Zu der Zeit, da das Vorderende des Vorkeims zur Chalaza vorgedrungen ist, wird das Embryokügelchen angelegt, indem die Zellvermehrung am unteren Ende des Vorkeims noch lebhafter, die Zellen weit kleiner werden. Das Embryokügelchen geht allmälig in den massigen Vorkeim über. Bald bildet sich aus dem Träger, dicht über der Ansatzstelle des Embryokügelchens, eine Ringwulst von Zellgewebe hervor, welche, nach Art des Integuments eines Pflanzeneies sich entwickelnd, die obere Hälfte des Embryokügelchens zu überziehen beginnt. An der

Ribesiaceen.

Das Exostom des anatropen Eies von Ribes Grossularia überragt weit das Endostom. Der im Innern des Eikerns gelegene kugelige Embryosack wird nahezu ausgefüllt von den zwei Keimbläschen und deren meist nur einem Gegenfüssler. Nach der Ankunft des Pollenschlauches am Embryosack erhält der letztere während rascher Verlängerung des Eies und Eikerns eine gestreckte Gestalt. Das befruchtete Keimbläschen theilt sich zuerst durch eine Querwand; in der unteren der neu gebildeten Zellen erfolgt Vermehrung nach allen drei Richtungen des Raums; so entsteht ein rundlicher Zellenkörper, der nach unten mehrere Auswüchse, kurze Zellenreihen, treibt. Aus der Endzelle der mittleren derselben geht der Embryo hervor.

Asarineen.

Das Ei von Asarum europaeum ist anatrop, von zwei Integumenten umhüllt. Der Embryosack liegt in der Achse des grossen Eikerns, sein Scheitel von drei Zellenlagen bedeckt. Die Form des Sacks ist gestreckt, keulig; die Keimbläschen sind verhältnissmässig klein, fast kugelig; ihre Gegenfüsslerzellen von ganz ungewöhnlicher Grösse: sie nehmen ein Drittheil bis zur Hälfte des langen Embryosacks ein.

Nach Ankunft des Pollenschlauches am Embryosack bildet sich durch fortgesetzte Zweitheilung des Innenraums des Embryosacks ein von Anfang an diesen ausfüllendes Endosperm, noch ehe der primäre Kern des befruchteten Keimbläschens verschwindet. Auch die fernere Entwickelung desselben zum Embryo ist sehr langsam und wird von der raschen Massezunahme des Endosperms weit überholt. Bei der Saamenreife (Ende Juni) erscheint der Embryo als dem blossen Auge kaum wahrnehmbares, eiförmiges Zellenkörperchen, ohne Cotyledonen, noch auf dem Standpunkte des Embryokügelchens. Das Endosperm nimmt nur den oberen Theil des Saamens ein, indem die von den Gegenfüsslern der Keimbläschen eingenommene untere Hälfte des Embryosacks während der Reifung des Saamens sich nicht minder vergrössert als die obere, aber nicht mit Zellgewebe sich füllt und endlich vertrocknet. Das Zellgewebe der Raphe entwickelt sich durch blosse Streckung seiner Zellen zu einem dem halbreifen Saamen anhängenden, weit vorspringenden Wulste von glasartiger Durchsichtigkeit.

Die Embryobildung von Aristolochia Clematitis stimmt mit der von Asarum im Wesentlichen überein. Die Entwickelung des Embryo ist hier noch langsamer; noch Anfang August erscheint hier das befruchtete Keimbläschen als einfache Zelle, selbst sein primärer Zellenkern ist noch vorhanden, während das den Embryosack des bereits sehr vergrösserten Eies erfüllende Endosperm schon hundert und mehr Zellen zählt.

Cytineen.

Die wandständigen Saamenträger von Cytinus Hypocistis*) sind sowohl horizontal als vertical zierlich verästelt. Die Eichen, von der Kleinheit und Durchsichtigkeit derer der Orchideen, sind aufrecht, mit nur einem aus zwei Zellenlagen gebildeten Integument versehen. Am langen Funiculus stehen einige (2—3) unregelmässig gestaltete, flache, zellige Auswüchse, einem Arillus nicht unähnlich**). Der Eikern besteht aus einer centralen Längsreihe von Zellen, die von einer peripherischen Zellschicht umgeben wird. Die oberste Zelle der centralen Reihe erweitert sich und stellt den Embryosack dar. Die Keimbläschen, zwei, selten drei, bilden sich um frei im körnig-schleimigen Wandbeleg der Scheitelwölbung des Sacks auftretende Zellenkerne, kurz vor dem Aufbrechen des Perigons, etwas später als ihre Gegenfüsslerinnen. Der Kern des Embryosacks ist klein, wandständig; strahlige Stränge körnigen Schleims gehen von ihm aus.

Die Pollenkörner treiben Schläuche einige Stunden nach ihrer künstlichen Uebertragung auf die Narbe. Die Schläuche brauchen etwa 10 Stunden, um bis in die Fruchtknotenhöhle zu gelangen. Die weitere Entwickelung konnte wegen Mangels an Material nicht verfolgt werden.

Balanophoreen***).

Die weibliche Blüthe von Cynomorium coccineum ist ein gestielter Fruchtknoten mit langem Griffel. Dem Fruchtknoten an-

*) Ich verdanke die Mittheilung lebender Exemplare zur Untersuchung der Güte des Herrn Podesta Tommasini in Triest.

**) s. Rob. Brown, Trans. Lin. Soc. IX.

***) Stoff zur Untersuchung von Balanophoreen verdanke ich der Mittheilung in Alkohol aufbewahrter Exemplare von Seiten der Herren Dr. Hooker (die asiatischen Formen), Prof. Fenzl (die amerikanischen) und Prof. Rossmässler (Cynomorium coccineum aus Süd-Spanien).

gewachsen ist eine veränderliche Zahl (1—4, meist 3) kleiner Schüppchen, Andeutungen eines oberständigen Perigons*). Die Pollenkörner von Cynomorium finden sich zahlreich auf der papillösen Narbe, von der aus die Pollenschläuche durch den etwas excentrischen Canal des Staubweges, der seiner Länge nach von zwei Gefässbündeln durchzogen ist, in die Fruchtknotenhöhle hinabsteigen. Diese wird von dem hängenden, neben der Innenmündung des Griffelcanals befestigten, nahezu kugeligen Eie fast vollständig ausgefüllt. Das einzige Integument des Eies, eine dicke Schicht Stärkemehl führenden Parenchyms, lässt an dem der Anheftung des Eies gegenüberliegenden Punkte die enge, schräg nach unten gerichtete Mikropyle offen. Der Eikern, genau kugelförmig, besteht aus sehr zarten Zellen. Der Embryosack nimmt die Längsachse des Eikerns ein; sein Scheitel ist von zwei Zellschichten bedeckt (X. 2). Durch diese bahnt der Pollenschlauch seinen Weg zur Aussenwand des Embryosacks, welcher in den frühesten aufgefundenen Zuständen von drei grossen, offenbar durch in der oberen sich wiederholt habende Zweitheilung seines Innenraums entstandenen Zellen vollständig ausgefüllt wird. Die eine dieser Zellen enthält ein oder zwei der Innenwand des Embryosacks angeheftete Keimbläschen (X. 3). Eines davon, das befruchtete, bildet sich durch eine Quertheilung und wiederholte Längstheilung der unteren der beiden Zellen langsam zum sehr kleinen, kugeligen, sitzenden Embryo um (X. 4c), während das andere Keimbläschen verschwindet. Unterdessen wächst das Endosperm durch oft wiederholte Zweitheilung seiner Zellen rasch an Umfang und Zellenzahl.

Die weiblichen Blüthen der Arten von Balanophora (polyandra, dioica, fungosa) sind denen von Cynomorium ähnlich gebaut. Der Staubweg, welcher in eine papillöse Narbe endigt, wird von einem axilen Canal durchzogen, dessen Wände aus einer einzigen Zellschicht bestehen. Die Höhle des bauchigen Fruchtknotens, welcher der Gefässbündel gänzlich entbehrt und dessen Aussenseite völlig glatt, ohne jede Spur eines Perigoniums ist, wird von einem einzigen hängenden Eichen vollständig ausgefüllt. Der Eikern ist nackt, ohne Integument, aus wenigen grossen Zellen aufgebaut, deren eine, dem Scheitel des umgewendeten Eies nahe, nicht die grösste, der Embryosack ist. Sie enthält die Keimbläschen und, gleich den übrigen Zellen des Eies, einen grossen wandständigen Kern (X. 6).

*) Vergl. J. D. Hooker in Lindley, vegetable kingdom. III. edit. pag. 89.

Die Pollenschläuche steigen in geringer Anzahl den Griffelcanal hinab; das Ende eines derselben gelangt zur Aussenwand des Embryosacks. Dessen Innenraum erscheint sofort durch eine Längswand in zwei Zellen, die ersten des Endosperms, getheilt (X. 7, 8b). Während das Endosperm durch Vermehrung nach allen Richtungen rasch an Masse zunimmt, entwickelt das befruchtete Keimbläschen sich nur sehr langsam zum Embryo. Das Endosperm ist schon ein umfangreicher, eiförmiger, vielzelliger Körper, wenn das bis dahin unveränderte Keimbläschen erst anfängt, sich in die Länge zu strecken (X. 8, 11). Endlich, wenn seine Spitze den Mittelpunkt des Eiweisskörpers ungefähr erreicht, bildet sich in ihr eine Querwand, welche das Ende des Keimbläschens vom langgestreckten oberen Raum abtrennt (X. 9). Die kleine Endzelle schwillt zur Eiform an und wird durch das Auftreten übers Kreuz gestellter Längswände zum vierzelligen Embryokügelchen (X. 12, 13). Ueber diese Entwickelungsstufe gelangt der Embryo bis zur Saamenreife nicht hinaus.

Schon sehr früh verschrumpfen und verschwinden die das junge Endosperm umgebenden, lockeren Zellen des Eikerns; sehr allmälig erst wird der so entstandene leere Raum der Fruchtknotenhöhle vom heranwachsenden Endosperm wieder ausgefüllt (X. 8, 9, 11). Bei der Saamenreife liegt der Eiweisskörper der Innenwand des Fruchtknotens auf allen Punkten fest an (X. 12).

Die Fruchtknotenwand besteht aus zwei Schichten von Zellen, deren äussere die inneren an Höhe und Breite um das Doppelte übertreffen. Gegen die Reife hin verdicken sich (Tüpfel zeigend) die von dem heranwachsenden Saamen bis zum Verschwinden des Lumens zusammengepressten Zellen der inneren Schicht allseitig; die der äusseren stark an den nach innen gekehrten, schwächer an den seitlichen Wänden, gar nicht an der Aussenwand (X. 12, b). Diese sinkt ein, und so wird das wabenförmige Aussehen der Aussenfläche reifer Saamen hervorgerufen.

Die vorstehende Darstellung widerspricht in vielen Punkten der von Weddell, namentlich auch in denen, welche Weddell zu dem unberechtigten Schlusse der wahren Verwandtschaft; der Zugehörigkeit der Balanophoreen zu den Gymnospermen führten. Die von Hooker über systematische Stellung der Balanophoreen geäusserte Ansicht**) wird auch durch meine Beobachtungen unterstützt.

*) Ann. d. sc. nat. Bot. 3e série. T. XIV. p. 166.

**) In Lindley, vegetable kingdom. III. edit. pag. 90.

Santalaceen.

Die drei am langen centralen Saamenträger hängenden Eichen von Thesium (alpinum, montanum, intermedium) sind vor der Befruchtung in allen Stücken gleichgebildet: nackte Eikerne, in deren Längsachse, auf dem Scheitel von nur einer Zellschicht bedeckt, ein gestreckter, enger Embryosack liegt. In der Scheitelwölbung desselben haften die zwei Keimbläschen; etwas weiter abwärts liegt wandständig der primäre Kern des Embryosacks. Die bald nach der Bestäubung zahlreich in der Fruchtknotenhöhle erscheinenden Pollenschläuche verschlingen sich hier in mannichfachen Krümmungen, bilden hier und da beträchtliche Anschwellungen und legen der Aussenfläche des Saamenträgers und der Eier bald da, bald dort fest und innig sich an. Endlich dringt ein Pollenschlauch mit seinem Ende in das den Scheitel eines Embryosacks deckende Gewebe, die Spitze eines Eikerns, und trifft die Embryosackhaut ungefähr an der Stelle, wo von innen die Keimbläschen ihr anhaften. Sofort bildet der befruchtete Embryosack eine beträchtliche Ausstülpung seiner Membran. An der dem Saamenträger abgewendeten Seite wölbt sich die Seitenwand der Scheitelregion des Embryosacks halbkugelig nach aussen, aus dem Gewebe des Eikerns frei in die Fruchtknotenhöhle hervortretend. Alle Lageverhältnisse des Embryosacks werden dadurch verschoben. Die ursprüngliche Scheitelstelle, der Ansatzpunkt der Keimbläschen, kommt seitlich zu liegen. Bald wird durch eine wenig unterhalb (nach der Chalaza-Region zu) dieser Stelle auftretende Querwand der ausgestülpte Theil des Embryosacks von dem engeren, im Eikern eingeschlossenen unteren Theile getrennt. Letzterer bleibt zellenleer, wächst aber nach rückwärts mit seinem abwärts sich biegenden Ende öfters tief in das Gewebe des Saamenträgers oder der anderen unbefruchtet bleibenden Eichen hinab. Die ausgestülpte Hälfte des Embryosacks verwandelt sich bald durch rasch wiederholte Zweitheilungen in einen Eiweisskörper, der besondsrs nach dem Saamenträger hin an Umfang rasch zunimmt. In diese Endospermmasse hinein entwickelte sich das befruchtete Keimbläschen zum Embryo. Nach kurzer Streckung theilt es sich durch eine Querwand und führt während dessen eine halbkreisförmige Krümmung aus, welche seine Richtung völlig umkehrt und zusammenfallen macht mit der Längsachse des nach abwärts immermehr sich verlängernden, eiförmig werdenden Eiweisskörpers. Dies der Grund

der ungewöhnlichen Lage des Embryo im reifen Saamen, mit dem Wurzelende nach der Chalaza gerichtet*).

Viscaceen.

Die weibliche Blüthe von Viscum album erscheint im Mai des Jahres vor der Blüthe als ein flach-kegelförmiges Wärzchen von Zellgewebe; an ihm entstehen bis Anfang Juli die vier Perigonialblätter in zwei zweigliedrigen Kreisen. Der Calyculus bildet sich aus einer Anschwellung des Parenchyms unterhalb des Perigons. Mitte oder Ende Juli zeigen sich vor den äusseren, zuerst entstandenen der Perigonialblätter, am Ende der Blüthenachse zwei halbkugelige Wärzchen von Zellgewebe: die Carpellarblätter. Zwischen ihnen befindet sich eine kleine, wenig hervortretende Zellgewebsmasse, welche als das einzige basilare, aufrechte, nackte Ei der Mistel betrachtet werden muss. Die Carpelle verwachsen sehr bald aufs Innigste unter sich und mit dem Ei. Schon Anfangs August erscheint der Raum zwischen den vier Perigonialblättern von einer halbkugeligen, gleichartigen Zellenmasse ausgefüllt: der Narbe, welche ihre Abstammung aus drei ursprünglich verschiedenen Theilen nicht mehr erkennen lässt.

Die Embryosäcke, deren bekanntlich in jedem Fruchtknoten mehrere, zwei oder drei, sich entwickeln, sind Ende October bereits vollständig ausgebildet: langgestreckte, am oberen Ende stark, am unteren mässig erweiterte Zellen mit derber Haut, die in ihrer Scheitelwölbung zwei, selten drei, grosse Keimbläschen, im entgegengesetzten Ende deren Gegenfüssler enthalten. So erhalten sich die Embryosäcke den Winter hindurch und einige Zeit nach dem Stäuben des Pollens unverändert; nur dass die Keimbläschen zarte, und ihre Gegenfüssler sehr dicke, der Einwirkung des Wassers auf längere Zeit widerstehende, Cellulose-Membranen bekommen. In der Scheitelregion des Embryosacks, in der Nähe der breiten Ansatzflächen der Keimbläschen, oft auch auf einer oder beiden dieser Flächen besitzt die Membran des Embryosacks eng umschriebene, unverdickte Stellen, kleine Tüpfel.

Der Pollenschlauch, das Gewebe der verwachsenen Carpelle durchbohrend, erreicht die Aussenwand des Embryosacks Anfangs

*) Die Darstellungen Schacht's, Entwickelungsgeschichte des Pflanzenembryo Taf. 12. Fig. 19—21, sind gänzlich unmögliche, und es ist schlechthin nicht zu begreifen, wie er zu solchen Anschauungen gekommen.

Mai. Er schmiegt sich ihr fest an und nähert sich besonders jenen Tüpfeln der Innenwand, oft, indem er zu ihnen hin kurze Seitenäste und Aussackungen treibt. Nie aber sah ich hier, wie Radlkofer*) will, das Ende des Pollenschlauches ins Innere des Embryosacks treten; das Vordringen des Pollenschlauches endigt, soweit meine Beobachtungen reichen, stets an der Aussenseite der Membran, welche die Tüpfel der Embryosackhaut verschliesst.

Das erste Anzeichen erfolgter Befruchtung ist das Auftreten einer Querscheidewand im Embryosack, welche das keulige obere Ende desselben vom fädlichen unteren abscheidet. Dies letztere verändert fortan sich nicht weiter, höchstens dass es noch ein oder zwei Mal durch Querwände sich theilt; dann steht es still in der Ausbildung und wird zum unscheinbaren Anhängsel des umfangreichen Eiweisskörpers, welcher aus wiederholter Zweitheilung der oberen, weiteren Zelle des eben befruchteten Embryosacks hervorgeht. Die ersten solcher Theilungen geschehen ebenfalls durch zur Längsachse des Sacks rechtwinkelige Querwände; später erst, von Anfang Juni an beginnt in den oberen, den befruchteten Keimbläschen nächsten Zellen des Eiweisskörpers vorzugsweise lebhaft die Vermehrung nach allen drei Richtungen des Raums. Das befruchtete Keimbläschen, stets das unterste der vor der Befruchtung vorhandenen, ist zu dieser Zeit noch einfach und ungetheilt, selbst sein primärer Zellenkern oft noch nicht verschwunden; neben, beziehendlich über ihm haftet an der Innenwand des Embryosacks das unbefruchtete, fehlschlagende Keimbläschen, bald noch vollkommen als Zelle kenntlich, bald eingeschrumpft zu einer wurmförmigen Masse, welche einer Fortsetzung des Pollenschlauches oft täuschend ähnlich sieht. Erst von Mitte Juni an theilt sich das befruchtete Keimbläschen; zuerst durch eine Querwand. Aus der unteren der neugebildeten Zellen geht sofort durch Vermehrung nach allen drei Richtungen der mit ganz kurzem, wenigzelligen Träger an der Embryosackhaut sitzende Embryo hervor.

Drei verschiedene Ansichten sind neuerdings über den Bau der weiblichen Blüthe von Viscum ausgesprochen worden: Die von Schleiden, welcher Viscum und die Loranthaceen den Gymnospermen zurechnen will. Sie beruht auf Unkenntniss der Entwickelungsgeschichte und einseitiger Untersuchung des anatomischen Baues der zur Befruchtung bereiten Blüthe der einzigen deutschen Art.

*) Befruchtung S. 30.

Ferner die von Decaisne, welcher die Embryosäcke als Eier auffasst; eine Ansicht, der auch Griffith beitrat, obwohl er das wirkliche Ei von Arten von Loranthus und Viscum auffand (seine *Nipple shaped processes*[1]). Decaisne und Griffith, wie die meisten neueren Botaniker stimmen in der unzweifelhaft richtigen Ansicht von der nahen Verwandtschaft der Viscaceen und Loranthaceen mit den Santalaceen überein. Endlich die Ansicht von Treviranus[2]), welcher aus dem verschiedenen Bau der Schichten der weiblichen Blüthe die Grenzen von Ovarium und Ei zu ziehen bemüht ist; er betrachtet das Ei als von einem Integument überzogen; das befruchtete Keimbläschen nimmt er für eine Blase, in welcher das Albumen entstehe; was er für den Anfang des Albumen hält, ist nach meiner Auffassung der Kern des befruchteten Keimbläschens.

Loranthaceen.

Die Ansicht Meiers' über die Nothwendigkeit der Trennung der Viscaceen von den Loranthaceen[3]) wird unterstützt durch die bedeutende Verschiedenheit im Entwickelungsgange der Embryonen dieser Gewächse, wenn auch bei alledem in den wesentlichsten Zügen eine Uebereinstimmung herrscht, welche entschieden der Meiers'schen Meinung widerspricht, dass die Loranthaceen den Corneen näher stünden als den Santalaceen und Viscaceen.

Die Blüthe von Loranthus europaeus[4]) erscheint im Juli des Jahres vor der Blüthezeit in der Achsel ihrer Bractee als ein niedriges, am Scheitel stark abgeplattetes Wärzchen von Zellgewebe. Bis zum August bilden sich auf dem flachen Scheitel vier dreigliedrige Kreise von Blattorganen; die beiden äusseren Kreise werden zu den Zipfeln des Perianthium, die beiden inneren zu Staubfäden, welche mit jenen Zipfeln auf eine beträchtliche Strecke verwachsen. In der Mitte des innersten Kreises zeigt sich das Ende der Blüthenachse als ein flach-kegelförmiger Höcker, um welchen gegen Ende August noch ein dreigliedriger Kreis von Blattorganen sich zeigt, diese sind die Carpelle.

---

1) Linn. Trans. XVIII. pag. 71., XIX. pag. 171.

2) Abhandl. der bayr. Acad. VII. 1.

3) Lindley, vegetable kingdom. III. edit. pag. 791. a.

4) Das Material zur Untersuchung verdanke ich der Güte Prof. Fenzl's, welcher von Wien aus in Pausen von 8 zu 8 Tagen frische Pflanzen mir zu senden die Freundlichkeit hatte.

Männliche und weibliche Blüthen unterscheiden sich bis hierher nur dadurch, dass nur bei den ersteren die Entwickelung von Staubkolben an den Filamenten der Antheren, blos bei den letzteren die Entwickelung von Embryosäcken erfolgt. Die äussere Form der Theile ist bei beiden nur wenig verschieden; etwas gestreckter bei der weiblichen, etwas gedrungener bei der männlichen Blüthe. Der zum Calyculus sich entwickelnde Rand des Blüthenbodens ist bei der männlichen Blüthe beträchtlich weiter vorgezogen als bei der weiblichen.

Die drei Carpellarblätter bleiben während der Winterruhe ungetrennt, nur mit dem unteren Theile der Seitenränder verwachsend. Beim Beginn der nächsten Vegetationsperiode verschmelzen sie fest unter sich und mit einem in ihrer Mitte hervorsprossenden Wärzchen von Zellgewebe, dem aufrechten, hüllenlosen Ei der Pflanze. Von dieser Verwachsung ist indessen ein auf den Scheitelpunkt des Eies zu führender, die Längsachse des Griffels durchziehender Canal ausgenommen. Die papillös werdenden, denselben begrenzenden Zellen legen sich zwar aufs dichteste an einander, vereinigen sich aber nicht so fest, dass nicht eine Trennung ohne Zerreissung möglich wäre. Unterhalb des Eies, die Chalaza-Region desselben bezeichnend, findet sich eine meniskenförmige, in den kleinen Intercellularräumen Luft führende Zellgewebspartie, auf dem Längsschnitte von halbmondförmigem Umrisse.

Der Fruchtknoten wird unterständig, wie dies die ganz allgemeine Regel, durch intercalare Zellvermehrung der Gewebe dicht unterhalb der Einfügung der Blüthenhüllblätter und Staubfäden. Während dieser Vermehrung entwickelt sich das bereits mit den Carpellen verwachsene Ei zu beträchtlicher, etwa die Hälfte des Fruchtknotens erreichender Länge. Dieses Wachsthum beruht zum grossen Theile auf Zellendehnung. Die meisten der wenigen Zellen des Eies werden langgestreckt; einzelne bleiben ganz kurz. Die grösste Länge von allen Zellen des Eies erhalten die Embryosäcke, deren meist nur einer, selten zwei, noch seltener drei sich entwickeln: ungemein gedehnte Zellen, deren Längs- den grössten Querdurchmesser um das zwanzig- bis dreissigfache übertrifft, und die bei ihrem öfters gebogenen Verlauf zwischen anderen Zellen und den wunderlichen seitlichen Ausstülpungen, die sie bisweilen tragen, eher Bastzellen ähnlich sehen als Embryosäcken. Das obere und untere Ende des Embryosacks ist etwas erweitert. In ersterem

hängen die Keimbläschen an der Scheitelwölbung; das letztere ist vor der Befruchtung zellenleer.

Der Pollenschlauch, dünn und dünnwandig, dringt durch den Längscanal des Griffels bis zur Aussenwölbung des Embryosackscheitels und legt diesem sich locker an. Das eine der Keimbläschen dehnt sich sofort zu einem sehr gestreckten Schlauche, welcher rasch, noch vor dem Abfallen der Perigonialblätter, durch die ganze Länge des Embryosacks bis zu dessen unterem Ende hinabsteigt. Wenn er diesem sich nähert entstehen im Embryonalschlauche (dem gestreckten, befruchteten Keimbläschen) nahe über der Spitze ein oder zwei Mal Querwände. Das unbefruchtete Keimbläschen verschwindet unterdessen. Im unteren Ende des Embryosacks hat sich inzwischen durch zweimalige Längstheilung einer einzigen Mutterzelle die Anlage des Endosperms gebildet: vier im Kreuz stehende grosse Zellen, welche die basilare Erweiterung des Sacks vollständig ausfüllen. Zwischen sie, in ihre mit der Längsachse des Embryosacks zusammenfaltenden Berührungskanten drängt sich die Spitze des Embryonalschlauches. Während nun das Endosperm mittelst Theilung seiner Zellen durch nach allen Richtungen gestellte Längs- und Querwände rasch an Umfang und Zellenzahl zunimmt, bohrt sich das Ende des noch immer cylindrischen Embryonalschlauches durch die Endospermmasse und tritt aus deren unterer Fläche hervor. Jetzt schwillt die Spitze des Embryonalschlauches an und theilt sich, zunächst durch übers Kreuz gestellte Längswände, dann durch Querwände. Die vier so gebildeten Längsreihen von Zellen wachsen parallel und in fester Verbindung fort in die Länge, ähnlich dem zusammengesetzten Vorkeim einer Conifere. In der Endzelle aber nur einer der vier Zellenreihen erfolgt Zellvermehrung nach allen Richtungen des Raums, deren Endergebniss die Bildung des Embryo ist. Die anderen Längsreihen von Zellen des Vorkeims helfen mit den umfangsreichen Embryoträger bilden, ganz wie bei Taxus.

Der sich bildende Embryo ragt fortwährend aus der unteren Fläche des Endosperms hervor und berührt das Gewebe der Chalaza, indem das Längenwachsthum des Eiweisses mit dem seinigen eben nur Schritt hält. Von Ende Juli an aber wird das Wachsthum des Endosperms plötzlich sehr beschleunigt; es überwallt von allen Seiten her die Spitze des jungen Embryo und verwächst unter dieser, ihn wiederum vollständig einschliessend. Bald erfolgt

nun die Bildung der sehr langen Cotyledonen und der im Gewebe des Stämmchens völlig eingeschlossenen Hauptwurzel. Das Mesocarp wird viscinhaltig; das Endocarp vom heranwachsenden Eiweisskörper grossentheils verdrängt, dessen Zellen bei der Saamenreife sehr leicht von einander sich trennen.

Die genaue Kenntniss der Embryoentwickelung von Loranthus europaeus macht die Angaben Griffith's über indische Loranthaceen[1]) leicht verständlich. Auch er bespricht wenigstens vermuthungsweise den Zusammenhang der Embryosäcke (seiner *ovules*) mit dem Eie (seinen *nipple shaped processes*). Bei L. globosus reichen die Embryosäcke nicht über das Ovarium hinaus. Bei L. bicolor wachsen sie im Griffel aufwärts bis nahe an die Narbe. Griffith sah die Pollenschläuche am Scheitel befruchteter Embryosäcke haften und täuschte sich nur darin, dass er unter dem Einflusse der Schleiden'schen Theorie die Embryonalschläuche für Fortsetzung der Pollenschläuche hielt. Auffällig ist seine Angabe, dass bei den von ihm untersuchten Arten die Embryonalschläuche doppelt vorhanden sind: zu zwei dicht an einander geschmiegt, parallel verlaufend. Das Hervortreten der Embryonalschläuche aus dem unteren Ende des Endosperms beschreibt Griffith von mehreren Arten. In der Angabe, dass bei den Formen mit langgestreckten Embryosäcken die Endospermbildung am, nicht im unteren Ende des Sacks erfolge[2]), waltet ohne Zweifel der gleiche Irrthum ob, wie in Griffith's ähnlichem Bericht über Osyris. Das Verwachsen der aus dem Endosperm hervorgebrochenen Embryonen von L. globosus und bicolor findet sein Analogon in der Verwachsung weiter entwickelter Embryonen, wie sie bei Viscum album bekanntlich öfters vorkommt.

Die Darstellung Karsten's vom Baue des Ovarium der von ihm Passowia odorata genannten Loranthacee[3]) erweitert nicht unsere Kenntniss dieses Gegenstandes. Irrthümlich hält Karsten den Embryosack für eine „Faser“, worunter er ein aus der Vereinigung vieler Zellen entstandenes schlauchförmiges Gebilde versteht.

Lepidoceras scheint in den wesentlichsten Zügen der Entwickelung mit Loranthus übereinzustimmen; nur dass das centrale, aufrechte Ei nicht mit den Wänden des Fruchtknotens verwächst[4]).

1) Linn. Trans. XVIII. pag. 173 ff.
2) a. a. O. pag. 179.
3) Berl. Botan. Zeitung. X. S. 305.
4) Vergl. Abh. d. K. Ges. d. Wiss. zu Göttingen. VI. S. 45 u. Fig. 1—5.

Primulaceen
(Primula minima, elatior).

Von der grossen Mehrzahl der Gamopetalen unterscheiden die Primulaceen sich auffällig durch den Besitz zweier Integumente des Eies. Das innere beider ist dick und massig; das häutige äussere besteht aus nur wenigen Zellenlagen. Das Exostom des halbgekrümmten Eies liegt vom Endostom eine Strecke nach der Raphe hin entfernt; der Pollenschlauch hat von jenem zu diesem ein Stück zwischen beiden Eihüllen hinzukriechen. Der Embryosack hat beim Stäuben des Pollens bereits alle übrigen Zellen des Eikerns verdrängt. Die Keimbläschen, meist in Zweizahl, sind wenig gestreckt ellipsoidisch; ihre Gegenfüsslerinnen kugelig. Nach Ankunft des Pollenschlauches an der Aussenwand des Embryosacks streckt sich eines der Keimbläschen um das drei- bis vierfache; darauf trennt eine Querwand das untere Ende vom gestreckten oberen Theile. Mehrfach wiederholte quere Theilung der unteren Zelle verwandelt den Vorkeim in eine kurze Reihe von etwa fünf Zellen, während der Embryosack mit Endosperm sich füllt. Jetzt erst beginnt in der Endzelle des Vorkeims Zellvermehrung nach allen Richtungen, die Bildung des bald Cotyledonen entwickelnden Embryokügelchens.

Eibau und Beschaffenheit der jungen Embryoanlage der Myrsinee Ardisia crenulata stimmen völlig mit denen der untersuchten zwei Primeln überein.

Borragineen.

Die Eichen der Borragineen sind von nur einem dicken Integument bedeckt. Der Embryosack verdrängt schon früh das übrige Gewebe des Eikerns und füllt vollständig den von der Eihülle umschlossenen Hohlraum. Die Eichen sind aufrecht; bei Pulmonaria, Borrago ungekrümmt mit nach oben gerichteter Mikropyle; — bei Cynoglossum anatrop, der Eimund nach unten gekehrt. Die Keimbläschen sind zu zweien bis dreien vorhanden; ihre Gegenfüssler fehlen. Die Membran des Embryosacks ist ziemlich derb und leicht zu isoliren. Nach Ankunft des Pollenschlauches an ihrer Aussenseite entwickelt sich eines der Keimbläschen zu einer sehr kurzen Zellenreihe, dem Vorkeime, aus dessen Endzelle das Embryokügelchen hervorgeht. Die Endospermbildung beginnt ziemlich spät durch Entstehung freier Zellen im Embryosack, welche bei Pulmonaria und Borrago

in dessen Chalaza-Ende, bei Cynoglossum dagegen in dessen Mikropyle-Ende zu geschlossenem Gewebe sich anhäufen.

Umbelliferen.

In jedem der zwei Fächer des in frühester Jugend oberständigen Fruchtknotens der Doldengewächse entstehen, wie durch Roeper und Payer bekannt, zwei Eichen, von denen indessen in der grossen Mehrzahl der Gattungen nur eines sich zu entwickeln pflegt. Das hängende Ei ist anatrop mit einzigem dicken Integument, dessen Hohlraum vom spindelförmigen Embryosack vollständig ausgefüllt wird. Die Keimbläschen und ihre Gegenfüssler sind zu zweien bis dreien vorhanden. Der primäre Kern des Embryosacks bleibt verhältnissmässig klein. So bei Heracleum Sphondylium, Molopospermum Cicutarium.

Nachdem der Pollenschlauch den Scheitel des Embryosacks erreichte, dehnt sich das unterste der Keimbläschen etwas in die Länge. Noch ehe der primäre Kern desselben verschwindet, erscheinen der Innenwand des Embryosacks in regelmässigen Entfernungen zahlreich angelegt, linsenförmige Zellkerne, mit deren Auftreten die Endospermbildung beginnt. Bald erfüllt lockeres Zellgewebe den ganzen Innenraum des Embryosacks. Jetzt verwandelt sich das befruchtete Keimbläschen in eine einfache Zellreihe, den Vorkeim, aus dessen Endzelle das Embryokügelchen entsteht.

Caprifoliaceen.

Die Eichen der Caprifoliaceen ähneln in Form und Bau vollständig denen der Umbelliferen; nur dass der Embryosack meistens minder gestreckt erscheint. Bei den Arten der Gattung Lonicera verdrängt er vollständig die übrigen Zellen des Eikerns; bei Viburnum Lantana bleiben einige Zellen der Kernwarze als den Scheitel des Sacks deckende Kappe erhalten. Unter dieser Kappe sitzen zwei bis drei Keimbläschen mit breiten Basilarflächen an der Innenwand des Embryosacks; ihnen gegenüber, dem stark verjüngten Chalaza-Ende eingepresst, finden sich ihre Antipoden, verhältnissmässig grosse Zellen. Im Mittelraum des Embryosacks schwebt dessen primärer Kern, umgeben von einer Ansammlung von Stärkekörnchen. Der Pollenschlauch trifft meistens sehr weit von der Ansatzfläche des untersten Keimbläschens auf die Aussen-

wand des Embryosacks. Während nun die oberen Keimbläschen verschwinden, das untere befruchtete eine feste Membran erhält, füllt sich der Embryosack rasch mit Endosperm, welches noch vor der ersten Quertheilung des befruchteten Keimbläschens ein geschlossenes Gewebe darstellt.

Ganz ähnlich dem von Viburnum ist das Ei von Adoxa gebaut.

Rubiaceen.

Allen untersuchten Rubiaceen gemeinsam ist der Bau des gekrümmten, von nur einem Integument überzogenen Eichens, dessen Eikern schon vor der Befruchtung von dem Embryosack vollständig eingenommen wird. Der Embryosack ist sehr langgestreckt und am Mikropyle-Ende bauchig bei Galium, Asperula, Crucianella, in welchen Gattungen die Gegenfüssler der Keimbläschen fehlen; von minder gedehnter Form und ziemlich cylindrisch bei Houstonia, Spermacoce, wo jene Antipoden vorhanden sind.

Nach Ankunft des Pollenschlauchendes an der Aussenfläche des Embryosacks verwandelt sich das unterste der Keimbläschen in eine kurze Zellenreihe, während die anderen verschwinden, und der Embryosack auch in seinem fadenförmigen unteren Theile rasch mit Endosperm sich füllt. In das Zellgewebe desselben hinein wächst der Vorkeim durch stetig wiederholte Quertheilung seiner Endzelle. Aus dem oberen Theile des bis dahin einfachen Zellfadens entwickeln sich während dessen zahlreiche seitliche Sprossungen: kurze Zellreihen, deren Endglieder kugelig anschwellen, und deren Mittelglieder auch hin und wieder Seitenäste entsenden. So erscheint der Vorkeim denn reich verästelt, einer Weintraube ähnlich. Aus alle dem Gewirr ragt unten die Spitze der primären, einfachen Zellreihe hervor, aus deren Endzelle das Embryokügelchen sich entwickelt. Dass das Endosperm bei weiterer Entwickelung aus der Eihülle hervorbricht, ist bereits durch Schleiden bekannt. Dies der Hergang bei Galium spurium, Asperula taurica u. a. Arten dieser beiden Gattungen. Auch bei Houstonia coccinea, Spermacoce longifolia füllt sich der Embryosack sehr bald nach der Befruchtung mit Zellgewebe; der Vorkeim aber bleibt eine ganz einfache, ziemlich lange Zellenreihe, in derem Endgliede der Embryo entsteht.

Dipsaceen.

Das anatrope Ei von Scabiosa atropurpurea, Dipsacus Fullonum zeigt wenig Eigenthümliches. Das einzige Integument ist

sehr dick; der vom Embryosack völlig eingenommene Eikern klein. Bei Scabiosa atropurpurea kommen öfters mehr als drei, bis zu fünf Keimbläschen vor. Die Umwandelung des befruchteten Eichens zum Saamen ähnelt durch sehr zeitige Ausfüllung des Embryosacks mit Endosperm und langsame, spärliche Entwickelung des befruchteten Keimbläschens zum Embryo sehr den Caprifoliaceen.

Valerianeen.

Auch die Entwickelung des Embryo der Valerianeen ist von der der vorhergehenden kaum verschieden. Bei Valerianella olitoria, Centranthus ruber hat zur Befruchtungszeit der Embryosack die übrigen Zellen des Eikerns längst verdrängt und berührt unmittelbar die innerste Zellschicht des einen Integuments, deren Zellen auch hier wie bei Scabiosa sehr eng, dabei beträchtlich quer gestreckt und von gelblichem, durchsichtigen Schleim erfüllt, auffällig vom übrigen Parenchym der Eihülle sich unterscheidend, den Theil darstellen, den man mit übel gewähltem Namen: Kernhaut (membrana nuclei), genannt hat. Keimbläschen, meist zwei, ihre Gegenfüssler und der Kern des Embryosacks verhalten sich ganz wie bei Caprifoliaceen. Nach der Befruchtung wird das eine Keimbläschen zu einer kurzen, einfachen Zellreihe, aus deren Endzelle der Embryo hervorgeht.

Compositen.

Der Bau des Eies aller untersuchten Formen stimmt genau überein: es ist aufrecht, anatrop, mit nur einem Integument versehen, dessen Hohlraum vom Embryosack zur Befruchtungszeit vollständig ausgefüllt wird und dessen innerste Zellschicht, wie dies bei ziemlich allen Pflanzen mit nur einer Hülle des Eies der Fall, die bei den Valerianeen erwähnte Beschaffenheit zeigt. Die Chalaza-Region ist so übermässig entwickelt, dass sie mindestens zwei Drittel, oft noch einen viel grösseren Theil des Eies einnimmt*). Die Keimbläschen bei Aster chinensis, Dahlia triphylla, Helichrysum, Calendula officinalis nur zu zweien vorhanden, sind der konischen Scheitelwölbung des Embryosacks in auffallend ungleicher

*) Von der Regel, dass nur ein grundständiges Ei im Fruchtknoten vorhanden, machen die Gartenformen von Dahlia eine Ausnahme; hier stehen deren bis zu zehn neben einander auf der Grundfläche der Fruchtknotenhöhle.

Höhe eingeschmiegt; das oberste erfüllt vollständig das äusserste Ende des Embryosacks. Der Kern des Sacks ist verhältnissmässig gross, der Mittelpunkt eines Netzes von Plasmafäden. Die Gegenfüssler der Keimbläschen sind nur schwach entwickelt, als einzelne kugelige Zellen vorhanden bei Dahlia, Calendula; bei Aster dagegen füllen sie als dreigliedrige Längsreihe den unteren, engeren Theil des Embryosacks vollständig aus. Der Pollenschlauch dringt selten an der Aussenwand des Embryosacks, zwischen ihr und der Innenfläche des Integuments über die Ansatzfläche des oberen Keimbläschens hinaus. Das untere Keimbläschen entwickelt sich darauf zu einer Längsreihe von Zellen, dem Vorkeim, aus dessen unterster Zelle durch allseitige Vermehrung das Embryokügelchen wird. Der Vorkeim ist bei den oben genannten Arten ziemlich langgestreckt; er besteht aus mindestens sechs Zellen, deren oberste bei Aster, Calendula sechs bis zehn Mal so lang als breit ist; bei Helianthus annuus ist der Vorkeim dagegen sehr kurz*). Ein sehr auffälliges Verhalten zeigt bei Calendula das bei den anderen Arten nach der Befruchtung alsbald verschwindende, obere unbefruchtete Keimbläschen: es wächst, während das untere befruchtete zum Vorkeim sich entwickelt, nach oben zu einem grossen, ellipsoidischen Schlauche aus, der die Wände des Mikropyle-Canals zerstörend, in diesen sich eindrängt: ein auffälliges Anhängsel des inzwischen mit Endosperm erfüllten Embryosacks, diesem an Länge oft beinahe gleich. Tulasne hat dieses Gebilde für die angeschwollene oberste Zelle des Vorkeims gehalten**). Einige seiner Abbildungen (Taf. 12. Fig. 10, 11) deuten das nach meiner schon älteren Untersuchung richtige Sachverhältniss an.

Die Entwickelung des Endosperms, allgemein durch freie Zellbildung, beginnt überall schon früh und füllt sehr zeitig bei Calendula und Aster den Embryosack mit geschlossenem Gewebe aus, während anderwärts das junge Endosperm zuerst in Schichten den Wänden des Sacks sich anlegt und längere Zeit in dessen Mitte einen mit Flüssigkeit erfüllten Raum freilässt.

Asclepiadeen.

Die Pollenmassen der Asclepiadeen sondern sich im gleichartigen Parenchym der sehr jungen Anthere aus als zwei etwa drei

---

*) Entstehung des Embryo Taf. 13. Fig. 20.

**) Ann. d. sc. nat. Bot. 4e série. T. IV. p. 78.

bis vier Zellen breite, aber nur eine Zelle dicke Längsstränge. Diese Zellen halten inne in der Vermehrung, während die des übrigen Gewebes sich lebhaft vervielfältigen; so erscheinen sie dann später als Gruppen auffallend grosser, quer gestreckter Zellen von Form liegender Prismen. Diese Zellen sind die Urmutterzellen des Pollens. Ohne aus dem Zusammenhang zu treten theilen sie sich durch zu ihrer Längsachse rechtwinkelige Wände in würfelige Specialmutterzellen, deren jede eine Pollenzelle erzeugt. In diesem Entwickelungsgange stimmen überein Asclepias, Cynanchum, Dictyanthes, Stapelia, Hoya. Bei Periploca graeca dagegen lösen sich die eben so angeordneten Mutterzellen des Pollens aus dem Zusammenhang, verdicken ihre Wände und entwickeln jede, ohne vorhergehende Bildung von Specialmutterzellen, eine Pollentetrade, ähnlich wie Listera und andere Orchideen. Die Pollinarien von Asclepias u. s. w. werden bekanntlich dadurch den Mündungsstellen des leitenden Gewebes genähert, dass sie an den sogenannten Drüsen, Ausschwitzungen des Narbenkörpers, hängen bleiben. Im Contact mit den Papillen jener Mündungen spalten sie sich durch einen Längsriss der Innenkante; die ihr Inneres in Fächer theilenden Wände der Specialmutterzellen werden zum grössten Theil verflüssigt, und die von den Pollenkörnern entsendeten Schläuche können ungehindert den Weg zur Fruchtknotenhöhle antreten.

Das einzige Integument der Eichen umschliesst einen bei Cynanchum nigrum nahezu kugeligen, bei Stapelia, Asclepias ellipsoidischen Embryosack, der ursprünglich von einer einfachen Zellschicht umhüllt, diese schon längere Zeit vor der Befruchtung verdrängte. Die zwei bis drei Keimbläschen sitzen im Mikropyle-Ende ungleich hoch der Innenwand an; ihre Gegenfüssler sind in gleicher Anzahl vorhanden. Der primäre Kern des Embryosacks ist klein.

Nach Ankunft des Pollenschlauches an der Aussenwand des Sacks zeigen sich bei Asclepias syriaca, Cynanchum nigrum der Innenwand desselben angelagert eine Anzahl freier, linsenförmiger Kerne, die ersten Anfänge der Endospermbildung. Bei Asclepias bilden um diese sich Zellen, und diese Zellen schliessen sich zu dem den Embryosack ausfüllenden Endosperm an einander, oft noch ehe eine Veränderung des befruchteten unteren Keimbläschens sichtbar wird, jedenfalls aber während der ersten Quertheilung desselben. Der Vorkeim ist ein längerer Zellfaden, dessen Hinterende, nach Anlegung des Embryo rückwärts wachsend, öfters die Embryo-

sackhaut durchbricht, wie Aehnliches bei mehreren Arten von Orchis vorkommt. Zur Zeit, da die Cotyledonen aus den Embryokügelchen sich hervorbilden, ist der junge Embryo durch und durch schön grün.

Bei Cynanchum nigrum geht die Entwickelung des Vorkeims der des Endosperms um einige Schritte voraus. Oft noch ehe die um die ersten freien Kerne desselben entstandenen Zellen zu Parenchym sich vereinigen, formt sich das befruchtete Keimbläschen durch eine Reihe von Längs- und Quertheilungen zu einer Zellgewebsmasse um, welche das obere Drittheil des Embryosacks vollständig einnimmt. Aus der unteren Fläche dieses Zellkörpers sprosst in das inzwischen geschlossene Endosperm hinein ein Zellfaden, dessen Endzelle zum Embryokügelchen sich umwandelt. Der massige obere Theil des Vorkeims wächst auch später noch beträchtlich weiter; zwischen ihm und dem unteren, beim Erscheinen der Cotyledonen am Embryo sehr vergrösserten Theile des Endosperms ist der Embryosack stark eingeschnürt. Schleiden hat jene Wucherung des Vorkeims für ausserhalb des Embryosacks liegend genommen und für eine vor Eintritt des Pollenschlauches in den Sack entstandene, mit Zellgewebe gefüllte Anschwellung des Schlauches erklärt.

Apocyneen. — Oleineen.

Nerium Oleander und Forsythia viridisima unterscheiden sich im Eibau und der Entwickelung des Embryo nicht erheblich von Asclepias. Bei beiden ist das Ei langgestreckt, der Embryoträger eine einfache Zellenreihe, der Embryosack schon früh mit Endosperm gefüllt. An sie schliesst sich in allen Stücken Fraxinus excelsior an; auffällig nur dadurch, dass, wie bei vielen anderen Bäumen, die Befruchtung sehr spät erst erfolgt. Zur Zeit, da der Pollen auf die Narbe gelangt, beginnt erst der Embryosack die übrigen Zellen des Eikerns zu verdrängen. Die Verdrängung geht ungleichseitig vor sich, so dass der Embryosack mit seiner einen Seitenfläche bereits die Hüllhaut des Eikerns berührt, während an der gegenüber die angrenzenden Zellen des Kerns noch in ihrer ursprünglichen Gestalt erhalten sind.

Gentianeen.

Auch das Ei der Gentianeen schliesst in seiner Form sich an das der zuvor genannten Familien an; die Entwickelungsgeschichte

aber des den Hohlraum des einzigen Integuments erfüllenden Embryosacks ist eine eigenthümliche. Der schlanke Kern des kleinen Eies von Gentiana ciliata tritt auf als eine einfache Zellenreihe, deren Gipfelzelle zum Embryosack heranwächst. Die weitere Entwickelung von Ei und Embryosack hat nichts Eigenthümliches. Die unbefruchteten Keimbläschen verschwinden früh; das befruchtete theilt sich erst spät durch eine Querwand, nachdem im Embryosack die Endospermbildung begann.

Solaneen.

Im Vergleich mit den vorhergehenden Familien ist die Form des Eies der Solaneen (Hyoscyamus orientalis, Scopolina atropoides, Salpiglossis picta) eine kurz gedrungene; der Umriss in der Seitenansicht fast kreisförmig. Auch der Embryosack ist bauchig, stark gekrümmt mit schlanker Spitze, welcher die Keimbläschen, auffällig ungleich hoch der Innenwand des Sacks angesetzt, eingegepresst sind. Antipoden der Keimbläschen sind vorhanden. Der primäre Kern des Embryosacks ist gross. Nach der Befruchtung streckt sich das untere Keimbläschen nur wenig in die Länge, theilt sich darauf durch eine nahe über seiner Spitze entstehende Querwand. Die Quertheilung wiederholt sich noch einige Mal je in der Endzelle; so bildet sich der Vorkeim, eine kurze Zellreihe, aus deren Endzelle der Embryo entsteht. Sehr früh schon, noch vor der ersten Theilung des befruchteten Keimbläschens wird der Embryosack von wenigen grossen, frei entstandenen Endospermzellen ausgefüllt, durch deren oft wiederholte Theilung die Zellenzahl des Eiweisses fortan rasch wächst.

Scrophularineen.

Der Eikern von Pedicularis silvatica erscheint im sehr jungen Ei als ein keulenförmiger Zellkörper, bestehend aus einem axilen Zellstrange, der von einer einfachen peripherischen Zellschicht umhüllt wird. Die oberste, rings von Zellen bedeckte Zelle des axilen Stranges ist schon früh von sehr beträchtlicher Grösse, langgestreckt. Sie enthält einen grossen, in ihrer Mitte der Wand angelagerten Zellkern und im oberen und unteren Ende eine beträchtliche Ansammlung von körnigem Protoplasma. Diese Zelle ist der junge Embryosack.

Zellenvermehrung und Dehnung des Integuments eilen denen des Eikerns beträchtlich voraus, so dass der von der Eihülle umschlossene Hohlraum nur etwa zur Hälfte seiner Höhe vom Eikern ausgefüllt wird. Jetzt verlängert sich plötzlich der junge Embryosack; er sprengt die seinen Scheitel deckende Zellschicht, drängt ihre einzelnen Zellen aus einander und wächst in den Hohlraum über ihm hinein, den er, rasch sich vergrössernd, bald vollständig auskleidet. Dann bilden sich in seinem Mikropyle-Ende die Keimbläschen aus, zwei, selten drei (die Kerne derselben sind in der Protoplasma-Ansammlung des Mikropyle-Endes des Sackes schon vor seinem Hervorbrechen aus der Kernwarze sichtbar). Im Chalaza-Ende, welches in der peripherischen Zellschicht des Eikerns steckt, entsteht die Gegenfüsslerzelle derselben, meist nur eine einzige. Die Keimbläschen erhalten früh schon feste Häute aus Zellstoff, zu einer Zeit, da die Corolle eben erst beginnt, sich roth zu färben. Sie haften mit breiten Ansatzflächen ungleich hoch an der Spitze der Innenwand des Embryosacks, dessen Spitze das oberste Keimbläschen meist völlig ausfüllt (VIII. 6).

Der Pollenschlauch erreicht den Embryosackscheitel wenige Stunden nachdem Pollenkörner auf die Narbe gelangten. Er drängt sich eine kurze Strecke zwischen Integument und Aussenfläche des Sacks; selten endigt sein Vordringen schon am Scheitel des letzteren. Nur ausnahmsweise trifft das Pollenschlauchende auf die Aussenseite der Ansatzfläche des unteren Keimbläschens. Dieses giebt sich in allen Fällen bald als das befruchtete zu erkennen, indem aus seinem gerundeten unteren Ende eine zitzenförmige Ausstülpung hervorspriesst (VIII. 8, 9). Gleichzeitig zeigt sich tief unten im Embryosack, nahe der Stelle, wo der inzwischen verschwundene primäre Kern desselben lag, eine den ganzen Durchmesser des Embryosacks ausfüllende, eben so hohe als breite Zelle mit körniger Inhaltsflüssigkeit und grossem, lichten Kern: die Anfangszelle des Endosperms, die fortan durch wiederholte Zweitheilung sich vermehrt (VIII. 7).

Der Pollenschlauch ist bei seiner Ankunft am Embryosack dünnwandig, sein Inhalt feinkörniger Schleim; häufig wird aber in sehr kurzer Zeit die Wand durch Anlagerung zuerst halbflüssigen Membranstoffes stark, stellenweise bis zum Verschwinden des Lumen verdickt. Das Pollenschlauchende haftet zuerst nur ganz lose an der Embryosackhaut, so dass beim Präpariren beide gewöhnlich auseinanderfallen. Später, doch nicht immer, tritt eine

innigere Verbindung beider ein. Das unbefruchtete obere Keimbläschen erhält sich lange in ursprünglicher Gestalt neben dem befruchteten; doch verschwindet früh sein Kern, und in der Inhaltsflüssigkeit treten zahlreiche, mit Jod sich bräunende Körnchen auf. Der Kern des befruchteten Keimbläschens ist beim ersten Hervorsprossen der zitzenförmigen Aussackung der Membran noch sichtbar. Dann verschwindet er, während jene sich rasch zu einem sehr gestreckten Schlauche verlängert und zu dem in Vermehrung begriffenen Endosperm herabsteigt. Zwischen die Zellen desselben drängt sich das Ende des Embryonalschlauches. Der obere zellenleere Theil des Embryosacks hat inzwischen seitlich nach der Raphe zu eine tief in das Gewebe des Integuments eindringende blinddarmartige Aussackung getrieben.

Die wenigen Zellen des jungen Endosperms haben nur halbfeste Wandungen; sie werden leicht beim Präpariren zerstört. Die der unteren Gegend des Embryosacks angrenzenden Zellen des Integuments schwellen stark an und treten seitlich aus dem Zusammenhang; so ähneln sie sehr einer Schicht durch freie Zellbildung entstandener Eiweisszellen*).

Das untere Ende des Embryonalschlauches wird nun durch eine Querwand vom oberen langcylindrischen Raum geschieden. In der kurzen Endzelle wiederholt sich noch einige Mal die Quertheilung, dann erfolgt durch Vermehrung der Endzelle nach allen drei Richtungen die Bildung des Embryokügelchens. Das Endosperm nahm inzwischen an Umfang, die Wände seiner Zellen an Festigkeit zu. Ein Längsstrang von Zellen desselben erscheint jetzt deutlich als axiler; in diesen hinein entwickelt sich der junge Embryo**). Auch die Scheitelregion des Embryosacks zeigte inzwischen ein, wenn auch sehr schwaches Längenwachsthum; von diesem Wachsthum ist selbstverständlich die ringförmige Stelle ausgeschlossen, in welcher die Membran des befruchteten Keimbläschens die Innenwand des Embryosacks berührt, denn da, wo

*) Dies der Anlass zu der irrigen Angabe von Schacht und mir, dass das Endosperm von Pedicularis durch freie Zellbildung entstehe (Schacht, Entw. des Pflanzenembryo S. 109; ich, Flora 1851). Auf die in der Flora geführte Controverse über die Entstehung des Embryo von Pedicularis komme ich als auf eine abgemachte Sache hier nicht zurück (vgl. u. a. Radlkofer, Befruchtung S. 25).

**) Schacht hat diesen axilen Zellstrang irrthümlich als Hohlraum aufgefasst (Pflanzenembryo Taf. 14. Fig. 14, Taf. 15. Fig. 3, 4).

die Seitenwände von Zellen an die freie Aussenfläche einer Zellenmasse stossen, kann diese nicht vom Zelleninhalt ernährt werden. So kommt es denn, dass bei Pedicularis öfters die Embryosackhaut in der Umgebung der Ansatzfläche des befruchteten Keimbläschens als mehr oder minder vollständige, niedrige Ringwulst sich erhebt. Mitunter stülpt auch die Ansatzfläche des befruchteten Keimbläschens selbst sich nach aussen, dann erscheint diese Wölbung von einer flachen Ringfurche umgeben.

Die Art der Entwickelung des Embryosacks, sein Hervorbrechen aus dem Scheitel des Eikerns haben nicht nur alle untersuchten Scrophularineen, sondern ganz allgemein sämmtliche untersuchten Personaten und Labiatifloren mit Pedicularis gemein. Der unbefruchtete Embryosack von Euphrasia officinalis ist dem von Pedicularis ganz ähnlich beschaffen, nur etwas minder in die Länge gestreckt. Keimbläschen und deren Gegenfüssler verhalten sich ganz so wie beim Läusekraut. Den Mittheilungen Tulasne's und Radlkofer's über die weitere Entwickelung des Embryo dieser Pflanze habe ich Nichts hinzuzufügen.

Der Embryosack des unbefruchteten Eies von Rhinanthus (minor, major und hirsutus) ist nur wenig gegen die Raphe gekrümmt, fast gerade; der Mikropyle-Canal bildet mit der Längsachse des Sacks einen rechten Winkel. Keimbläschen und deren Gegenfüssler verhalten sich wie bei Pedicularis. Der grosse primäre Kern des Sacks liegt nahe unter den Keimbläschen. Gleich nach Ankunft des Pollenschlauches am Embryosack theilt sich dieser durch eine Querwand in zwei ziemlich gleiche Hälften. Die untere derselben vermehrt sich nicht weiter; dagegen wächst sie zu einem zerstörend in das Gewebe des Integuments eingreifenden Schlauche aus, der bis gegen die Anheftungsstelle des Eies hin sich erstreckt; die obere Hälfte des Embryosacks beginnt eine lange Reihe von Zweitheilungen. Die erste derselben geschieht durch eine Querwand; darauf theilen sich beide Zellen, die obere, welche die Keimbläschen einschliesst, so gut als die untere durch eine Längswand. Jetzt erst beginnt die Streckung des unteren, befruchteten Keimbläschens; es schmiegt sich, während es zu einem mässig langen Schlauche sich ausdehnt, dicht an die Längswand an, welche die oberste Zelle des Embryosacks halbirte; seine Seitenfläche verwächst geradezu mit dieser Membran. Das mittlere Zellenpaar des Embryosacks wächst durch oft wiederholte fernere Zweitheilung zum Endosperm heran. Seine nächsten Theilungen geschehen durch Quer-

wände; das junge Endosperm besteht aus zwei Längsreihen tafelförmiger Zellen. Später erfolgt die Zellvermehrung nach allen Richtungen, vorzugsweise lebhaft in derjenigen der Ebene, welche das Ei in zwei symmetrische Längshälften theilt. Gleichzeitig mit dem ersten Beginn der Ausdehnung des befruchteten Keimbläschens zum Embryonalschlauche sprossen aus dem Mikropyle-Ende des Embryosacks kleine, krause Aussackungen hervor; zuerst nur einige, etwa vier bis acht; während der ferneren Entwickelung des Saamens aber mehrt sich rasch ihre Zahl, so dass bald ein dichter Wald solcher Papillen den Scheitel des Embryosacks bedeckt. Noch ehe der Embryonalschlauch mit seiner Spitze tiefer in das Endosperm eindringt, treibt der Embryosack aus seiner der Raphe zugewendeten Seitenfläche, wie bei Pedicularis und Euphrasia, einen grösseren Fortsatz, welcher in das Parenchym des Integuments eindringt. Die Spitze des Embryonalschlauches wird erst nach tiefem Einbohren desselben in das Eiweiss zum Embryokügelchen. Die oberen Theile des Embryosacks, seine beiden obersten Zellen und deren Aussackungen, vertrocknen gegen die Saamenreife hin, wie dies bei den Pflanzen dieser Verwandtschaft allgemein Regel.

Der Embryosack des der jungen Blüthenknospe entnommenen Eies von Veronica (Buxbaumii) ist eine die Höhlung des Integuments ausfüllende, gestreckte Zelle mit wandständigem Kern und mässig erweitertem Mikropyle-Ende, dessen Scheitelwölbung die zwei bis drei Keimbläschen ansitzen. Gegen den Zeitpunht der Befruchtung hin schwillt diese Erweiterung zur Kugelgestalt, das Chalaza-Ende zur Eiform an; beide Anschwellungen sind durch den cylindrischen, engeren, mittleren Theil des Embryosacks verbunden; die untere wird von der rasch sich vergrössernden einen Gegenfüsslerzelle der Keimbläschen ausgefüllt. Nach Ankunft des Pollenschlauchendes am Mikropyle-Ende des Sacks streckt sich das eine Keimbläschen zu einem langen Embryonalschlauche, während die übrigen verflüssigt werden. Gleichzeitig erweitert sich auch die Mittelregion des Sacks, dessen primärer Kern, wie überall, im Augenblick der Befruchtung verschwand. In dieser mittleren Erweiterung, welche mit denen der Spitze und des Grundes durch nur ganz enge Einschnürungen des Sacks in Verbindung steht, tritt eine ihre Bildungsstätte zu Anfang nicht vollständig ausfüllende grosse Zelle auf, die erste Zelle des Endosperms. In der Anschwellung der Scheitelregion des Sacks zeigen sich jetzt einer oder mehrere freie Zellkerne, von denen strahlige Stränge von

Protoplasma ausgehen und um welche später bisweilen freie Zellen sich bilden, die aber nicht zu bleibendem Gewebe sich zusammenschliessen. Der Embryonalschlauch steigt zum Endosperm herab, dessen Anfangszelle inzwischen durch eine Reihe von Zweitheilungen, zuerst durch Quer-, später auch durch Längswände, in einen an Umfang rasch zunehmenden Zellkörper sich umbildete, und dringt bis zu Mitte desselben vor. Jetzt wird das halbkugelige untere Ende des Embryonalschlauches durch eine Querwand vom oberen, fadenförmigen Theile geschieden, und die Endzelle durch fortgesetzte Zweitheilung zum Embryokügelchen umgebildet.

Der Embryosack von Veronica hederaefolia*) ist vor der Befruchtung eine einfache spindelförmige Zelle, in deren Mikropyle-Ende die zwei Keimbläschen mit breiter Ansatzfläche an der Scheitelwölbung haften. Nachdem der Pollenschlauch seitlich an die Embryosackspitze sich anlegte, treibt die Seitenfläche des unteren Endes des Sacks gegen die Anheftungsstelle des hemianatropen Eies hin rasch eine weite Aussackung von der halben Länge des Embryosacks. Gleichzeitig entsteht dicht über der Einmündung dieser Ausstülpung eine grosse, die Mittelregion des Sacks vollständig ausfüllende Zelle, die Anfangszelle des Endosperms. Das obere Keimbläschen verschwindet jetzt; das untere verlängert sich zum Embryonalschlauche, welcher in das durch wiederholte Zweitheilung mehrzellig gewordene Endosperm eindringt. Die Scheitelregion des Embryosacks treibt während dieses Vorganges einen umfangreichen, zu Anfang halbkugeligen Fortsatz nach der Raphe hin.

Der Embryosack von Veronica triphyllos**) entbehrt auch nach der Befruchtung solcher auffälligen Anhängsel; er ähnelt mehr dem der Veronica Buxbaumii, doch sind die drei Anschwellungen minder umfänglich, ihre Verbindungsstellen weniger eng. Die kugelige Anschwellung des Gipfels wird bald nach der Befruchtung durch eine Längswand getheilt, welcher der mit auffallend breiter Basilarfläche der Haut des Sacks ansitzende Embryonalschlauch sich anschmiegt. Besonders scharf tritt an Veronica triphyllos die auch anderen Arten derselben Gattung zukommende Erscheinung hervor, dass in den angeschwollenen, zellenleeren Enden des Embryosacks das Protoplasma zu einem nach allen Richtungen hin viel verzweigten Netze aus dicken, schlecht begrenzten Strängen sich ordnet, die späterhin die Festigkeit einer zähen Gallerte erhal-

*) Siehe Tulasne, Ann. d. sc. nat. Bot. 3e série. T. XII.

**) Vergl. Tulasne a. a. O.

ten, doch ohne vollständig zu erhärten: eine Andeutung des von Schacht bei Pedicularis im unteren Ende des Embryosacks aufgefundenen Netzes von Balken aus Cellulose.

Der Embryosack des anatropen Eies von Mazus rugosus ist im Vergleich zu anderen Scrophularineen kurz und dick, fast eiförmig mit spitzer Scheitelwölbung, in welcher, wie bei den Verwandten, die Keimbläschen ungleich hoch mit breiten Ansatzflächen haften. Nach der Befruchtung theilt sich der Embryosack durch eine Querwand. Die untere Hälfte bleibt zellenleer; in der oberen wiederholt sich die Quertheilung, worauf in beiden Zellen übers Kreuz gestellte Längswände entstehen. Dem inneren Kantenwinkel einer der obersten vier Zellen eingepresst, steigt der aus dem befruchteten unteren Keimbläschen sich entwickelnde, kurze Embryonalschlauch zum Endosperm herab, welches aus der raschen Vermehrung der unteren Gruppe von vier Zellen hervorgeht. Inzwischen treibt jede der vier, die Gipfelregion des Embryosacks ausfüllenden Zellen einen langen, tief in das Gewebe der Eihülle dringenden blinddarmartigen Fortsatz.

Von anderen Scrophularineen unterscheidet sich auffällig in Form und Entwickelung zum Saamen das Ei von Melampyrum nemorosum. An dem aufrechten, langen und dicken, freien Funiculus steht das Ei in der Art seitlich, dass seine Mündung nach oben gerichtet ist; dicht und unmittelbar neben ihr ist das anatrope Ei an den freien Theil des Funiculus geheftet. Die Chalaza-Region des Eies, die Hälfte desselben ausmachend, hängt frei neben dem Funiculus herab. Der Mikropyle-Canal ist sehr lang; der Embryosack, welcher zur Blüthezeit die übrigen Zellen des Eikerns vollständig verdrängt hat, eiförmig mit mässig zugespitzter Scheitelwölbung und stark verjüngtem, lang vorgezogenem Chalaza-Ende; in ersterer haften in ungleicher Höhe die beiden Keimbläschen. Nachdem der Pollenschlauch den Mikropyle-Canal durchlief und den Scheitel des Embryosacks erreichte, wird dieser durch eine nahe unter den Keimbläschen auftretende Querwand in zwei sehr ungleiche Hälften getheilt: eine kleine obere und grosse, weit bauchige untere. Die letztere bleibt fortan zellenleer, erweitert sich aber noch sehr beträchtlich. Die erstere theilt sich zunächst noch ein Mal durch eine Querwand, welche das freie Ende des bereits etwas gestreckten Keimbläschens berührt; die scheibenförmige untere der neu entstandenen Zellen ist die Anfangszelle des Endosperms. Die obere treibt, wie bei verwandten Pflanzen, Aussackungen,

welche in das Gewebe des Integuments eindringen. Die umfangreichste dieser Ausstülpungen ist aber nicht seiten-, sondern gipfelständig. Die Scheitelgegend des Embryosacks schwillt zuvörderst im Ganzen etwas an, namentlich an Breite zunehmend, während das von oben her ihr angrenzende Parenchym der Eihülle aufgelockert wird, mit Ausnahme des den Mikropyle-Canal einschliessenden, aus einer Ringschicht schräg abwärts gestreckter Zellen bestehenden Gewebecylinders. Die Zellen dieses Theiles verdicken etwas ihre an Festigkeit zunehmenden Wände. Jetzt stülpt sich in der Umgebung dieser Zellenmasse die Scheitelgegend der Embryosackhaut in Form eines halbkreisförmigen Wulstes nach oben aus; die Aussackung wächst rasch aufwärts und umhüllt dabei zum Theil den vom Mikropyle-Canal durchzogenen Zellcylinder. Inzwischen wuchs das Endosperm durch wiederholte Quer- und Längstheilung seiner Zellen. Der wenig gestreckte Embryonalschlauch drang in dasselbe ein; sein halbkugeliges unteres Ende wurde durch eine Querwand vom langgedehnten oberen Raum getrennt; je in der unteren Zelle wiederholte sich zu öfteren Malen die Quertheilung. So entstand ein Vorkeim, bestehend aus einer gestreckten Trägerzelle und sechs bis acht kürzeren, mit jener eine einfache Reihe bildenden Zellen; die unterste der letzteren wird durch allseitige Vermehrung zum Embryokügelchen. Während dieser Vorgänge erweitert sich noch fortdauernd die grosse untere Theilhälfte des Embryosacks, auch in ihrer vom Endosperm bedeckten Scheitelregion. Die Randzellen desselben werden dabei beträchtlich in die Breite gezogen und stellen eine, die Membran des Gipfels jener angeschwollenen Zelle zum Theil einhüllende Zellschicht dar. Die Gipfelzelle des Embryosacks theilt sich durch Längswände in vier bis sechs, meist fünf Tochterzellen; jede derselben treibt einen kurzen seitlichen Fortsatz, dessen Spitze in eine Anzahl kurzer, gewundener Aeste sich verzweigt. In der Scheitelansicht hat dieser Theil des Embryosacks Aehnlichkeit mit der Frontansicht eines fünfstrahligen Staurastrum.

Orobancheen.

Form und Bau des Eies von Lathrea squamaria, aus früheren Untersuchungen zur Genüge bekannt*), weichen nicht vom Typus der Scrophularineen ab. Der Embryosack, verhältnissmässig kurz

---

*) Schacht, Pflanzenembryo Taf. 18. Fig. 4. Hofmeister in Flora 1851.

und weit, haftet mit stark verjüngtem, von der oft fehlenden Gegenfüsslerzelle der Keimbläschen ausgefülltem Chalaza-Ende im peripherischen Gewebe des Eikerns, welchen der heranwachsende Embryosack am Scheitel sprengte. Die zugespitzte Scheitelwölbung des Embryosacks ist meist auffällig verdickt, bisweilen auf dem Scheitelpunkte mit einem kurzen Anhängsel, durch und durch aus festem Membranstoff gebildet, in Form eines Knopfes, einer Spitze oder eines Hakens versehen. Die Keimbläschen, deren in keinem Falle mehr als zwei beobachtet wurden, haften mit breiten Ansatzflächen an der Innenwand des Embryosacks, das eine dessen Spitze einnehmend, das andere unmittelbar neben und unter diesem. Die Membranen auch des freien Theiles der unbefruchteten Keimbläschen bestehen aus festem Zellstoff, wie bei Pedicularis, Rhinanthus und anderen, aber sie sind von besonderer Zartheit, und es ist sehr leicht, bei Anwendung von Mikroskopen geringerer Leistungsfähigkeit sie zu übersehen, da beim Freilegen des Embryosacks die Anordnung des Zelleninhalts der Keimbläschen gestört, der Zellkern ausgetrieben zu werden pflegt. Die Berührungskanten der Keimbläschen mit der Embryosackhaut fallen mehr ins Auge. Man erhält dann leicht Bilder, mit denen völlig übereinstimmend, welche Tulasne als erste Entwickelungsstufe des befruchteten Keimbläschens giebt*). Nahe unter den Keimbläschen liegt an der Wand des Embryosacks dessen grosser primärer Kern mit grossem Kernchen in einer wandständigen Anhäufung von körnigem Protoplasma (VIII. 1).

Wenige Stunden nach Bestäubung der Narbe tritt der Pollenschlauch durch den Eimund an die Aussenwand des Embryosacks, zwischen der und dem Integument sein Ende oft eine beträchtliche Strecke weit eindringt. Die erste am befruchteten Embryosack wahrzunehmende Veränderung ist die Erweiterung und Abrundung seines Chalaza-Endes, während welcher der primäre Kern des Sacks verschwindet. Jetzt entsteht nach vorgängiger Bildung zweier neuer Kerne eine den Embryosack durchsetzende Querscheidewand, welche ihn in eine etwas grössere untere und kleinere obere Zelle theilt. In der ersteren findet keine weitere Zellvermehrung statt; die letztere theilt sich binnen Kurzem aufs Neue durch eine Querwand (VIII. 2, 3). Die untere der neugebildeten Zellen wird die Anfangszelle des Endosperms. Fortan ist es der von ihr ausgefüllte Theil des Embryosacks, welcher durch sein Längen-

*) Ann. d. sc. nat. Bot. 3e série. T. XII. Taf. 4. Fig. 18, Taf. 6. Fig. 22.

wachsthum der durch Zunahme der Masse des Integuments bewirkten Vergrösserung des Eies folgt.

Nach nochmaliger Quertheilung der Anfangszelle des Endosperms werden beide Zellen desselben durch Längswände getheilt, welche in die das Ei in symmetrische Hälften zerlegende Ebene fallen (VIII. 4). Auf Längsschnitten, welche der Raphe parallel geführt werden, sind diese Theilungen nicht zu erkennen*). Es bedarf dazu der Freilegung des Embryosacks. Die Theilung durch eine eben so gestellte Wand erstreckt sich auch auf die obere, die Keimbläschen einschliessende Zelle des Embryosacks. Diese Wand geht häufig zwischen beiden Keimbläschen durch, sie von einander trennend. Das zum Embryonalschlauche sich entwickelnde befruchtete untere Keimbläschen schmiegt sich bei seinem Herabsteigen an diese Scheidewand dicht an (VIII. 5).

Noch ehe die Spitze des Embryonalschlauches das Endosperm erreicht, entwickelt der Embryosack Ausstülpungen seiner Membran: eine sehr umfangreiche und lang sich dehnende aus der gegen die Raphe gewendeten Seitenfläche seiner zellenleeren unteren Theilhälfte; eine kleinere aus einer der Zellen, in welchen seine oberste Zelle sich theilte, bisweilen aus beiden (VIII. 5). Diese Ausstülpungen des oberen Endes des Embryosacks treten sehr nahe unter dessen Scheitelpunkte auf, oft dicht neben der Ansatzfläche des einen Keimbläschens. Diese Art ihrer Einmündung in den Embryosack hat den Anlass zu der unbegründeten Behauptung Schacht's gegeben, dass die oberen Enden der Keimbläschen aus dem Gipfel des Sacks hervorragen**). In den beinahe gipfelständigen Ausstülpungen des Sacks pflegt die Bildung von Zellenkernen und vergänglichen freien Zellen zu erfolgen. Beiderlei Fortsätze des Embryosacks, die grundständigen wie die der Scheitelgegend, sind gegen die Anheftungsstelle des Eies gerichtet und convergiren in einem Winkel von etwa 45°.

Der Pollenschlauch zeigt bei seiner Ankunft am Embryosack von sehr zahlreichen Körnchen getrübten Inhalt und dünne Membran, die aber in der Regel bald stark verdickt wird, während die Kernchen des Inhalts zum grossen Theil verschwinden. Das Ende des Pollenschlauches ist bald einfach zugespitzt, bald etwas verbreitert, bald halbkugelig zugerundet, bald wunderlich gekrümmt.

---

*) Flora 1851. Taf. 10. Fig. 14.

**) s. Radlkofer, Befruchtung S. 28.

Es kommt vor, dass es mit einer Schraubenwindung die Spitze des Embryosacks umfasst. Meistens haftet es nur lose an der Aussenfläche des Embryosacks; es hält nicht leicht, beide in Verbindung mit einander frei zu legen.

Das Endosperm wächst zunächst und auf geraume Zeit nur durch Quertheilung seiner Zellen zu einer langen Doppelreihe von Zellen heran. Erst nach dem späten Eindringen des Embryonalschlauches in das Eiweiss, und erst nach der Abscheidung durch eine Querwand des Endes jenes Schlauches zur ersten Zelle des Embryo vermehren sich die Zellen des Endosperms auch in der Dicke.

Plantagineen.

Auch die Entwickelung des Embryo von Plantago lanceolata, weit verschieden von der der Primulaceen, rechtfertigt den Ausspruch Reichenbach's fil. ihrer Nichtverwandtschaft mit jener Familie*). Das schildförmige Ei ähnelt in seinem Baue dem mancher Scrophularineen, z. B. Limosella. Der Embryosack, unbefruchtet von sehr gestreckter Form, wird unmittelbar nach Ankunft des Pollenschlauches von einer Querwend in zwei Hälften getheilt, deren untere, die etwas grössere, zellenleer bleibt, während die obere Endosperm erzeugt, in welches das zum ziemlich langen Embryonalschlauche sich streckende Keimbläschen hinabsteigt. Das obere zellenleere Ende des Embryosacks treibt in die Substanz des Integuments Aussackungen, ähnlich wie bei Scrophularineen.

Bignoniaceen.

Das anatrope Ei von Catalpa syringaefolia zeigt schon vor der Befruchtung die Anlage zu den Flügeln des Seitenrandes. Der Embryosack, verhältnissmässig sehr klein, langgestreckt, erzeugt in seinem etwas anschwellenden unteren Ende durch fortgesetzte Zweitheilung einer einzigen Zelle eine flache, längere Zeit nur aus einer Doppelschicht von Zellen bestehende Endospermmasse, zu welcher das befruchtete Keimbläschen, in einen ungemein langen Embryonalschlauch sich dehnend, herabsteigt. Auch das Mikropyle-Ende des Embryosacks schwillt an; hier erfolgt die vorübergehende Bildung freier Zellenkerne und Zellen. Nachdem

*) Icones fl. germ. XVII. pag. 52.

die Spitze des Embryonalschlauches bis über die Mitte des Eiweisses hinab vorgedrungen ist, entsteht in ihr eine Querwand; eine Theilung, die in der halbkugeligen Endzelle noch zwei bis drei Mal sich wiederholt; dann schwillt die unterste Zelle des Vorkeims kugelig an und wird zur Embryoanlage.

Acanthaceen.

Das camptotrope Ei von Acanthus spinosus enthält einen sehr dünnen, langgestreckten, stark gekrümmten Eikern, zur Zeit der Befruchtung vom Embryosack allein repräsentirt, den das ungewöhnlichst stark entwickelte Integument an Masse sehr bedeutend überwiegt. Kurz nach der Ankunft des Pollenschlauches am Embryosack wird durch rasches Wachsthum des Integuments dessen krumme Höhlung sehr verlängert; der Embryosack folgt Schritt für Schritt der Erweiterung des ihm zugewiesenen Raumes und erhält dabei eine mehr als halbkreisförmige Krümmung. Im unteren Ende desselben entwickelt sich aus wiederholter Zweitheilung einer einzigen Zelle reichliches Endosperm. Das befruchtete Keimbläschen wird zum sehr gestreckten Embryonalschlauche, welcher, die ganze Länge des zellenleeren Embryosacktheils durchlaufend, in das Endosperm eindringt. Während seines Herabsteigens schickt das obere, etwas anschwellende Ende des Embryosacks in das Gewebe des Integuments nach der Raphe hin eine blinddarmartige Aussackung. In der Mitte des Endosperms angelangt, entwickelt sich die Spitze des Embryonalschlauches zum Embryo, dessen Richtung, in Folge der starken Krümmung des Embryosacks, von der des oberen Theiles des Embryonalschlauches um etwa 120° divergirt, wie bereits Planchon treffend bemerkt*). Später wird das Endosperm vom heranwachsenden Embryo verdrängt.

Hydrophyllen.

Das verhältnissmässig dünne Integument des anatropen Eies von Nemophila insignis umschliesst einen gestreckt-eiförmigen, am Grunde zugerundeten, am Scheitel spitzen Embryosack. Der Keimbläschen sind zwei, birnförmig; ihre Gegenfüsslerzellen oft [illegible]
Der wandständige Kern des Embryosacks ist gross, [illegible]

*) Ann. d. sc. nat. Bot. 3e série. T. IX. p. 72.

Mittelpunkt eines Systems strahliger Plasmafäden. Nach Ankunft des Pollenschlauches am Embryosack, dessen Scheitelmembran etwas verdickt ist, erscheint in der Mitte des Sacks, diese völlig ausfüllend, die grosse, erste Zelle des Endosperms, deren erste Theilung durch eine Längswand erfolgt. Das befruchtete untere Keimbläschen entwickelt sich zum mässig langen Embryonalschlauche; während seines Herabsteigens zum Endosperm erweitert und dehnt sich das zellenleere untere Ende des Embryosacks nicht unbeträchtlich.

Labiaten.

Das Ei der Labiaten — unecht hängend und fast ungekrümmt bei Prostanthera violacea, Westringia rosmarinifolia, hemitrop bei Ajuga reptans, Lamium purpureum — umschliesst mit einfachem, dicken Integument einen gestreckten, keuligen Embryosack, der bei den drei erstgenannten vor der Befruchtung keinerlei Aussackungen zeigt. Der eiförmigen Keimbläschen sind bei Prostanthera, Westringia, Ajuga meist drei, bei Lamium nur zwei vorhanden; das eine, zur Befruchtung bestimmte, ist der Embryosackhaut etwas tiefer angesetzt als die anderen. Die Membranen der Keimbläschen widerstehen nicht der längeren Einwirkung reinen Wassers. Der grosse primäre Kern des Embryosacks liegt bei Prostanthera, Westringia und Ajuga nahe unter den Keimbläschen. Die Gegenfüsslerzellen derselben fehlen häufig, wenn vorhanden, sind sie nur in der Einzahl da; eine Ausnahme macht Ajuga, welche bisweilen zwei bis drei solcher Zellen zeigt.

Der Pollenschlauch trifft bei Prostanthera genau auf den breiten Scheitel des Embryosacks und stülpt diesen etwas ein, so dass sein Ende in einer Tasche der Membran desselben zu liegen kommt. In der Mitte des Embryosacks zeigt sich eine grosse, diese ausfüllende Zelle, welche durch eine Reihe von Zweitheilungen zum spindelförmigen, in der Jugend aus vier Längsreihen von Zellen bestehenden Endosperm sich umwandelt. Der sehr gestreckte Embryonalschlauch, welcher aus Längsdehnung des befruchteten Keimbläschens entsteht, dringt in das Endosperm bis dicht an dessen unteres Ende ein; hier entwickelt er nach wiederholter Entstehung von Querwänden über seiner Spitze das Embryokügelchen. Das obere Ende des Embryosacks, zur Zeit der ersten Entstehung des Endosperms zellenleeer, schwillt gegen die Raphe hin etwas an, treibt aber keine Aussackungen. Später, bei Beginn der Bildung

des Embryokügelchens füllt sich auch dieser Theil des Embryosacks mit geschlossenem Zellgewebe.

Der Embryosack von Lamium (purpureum, maculatum) ist vor der Befruchtung knieförmig gebogen; die oberen zwei Drittheile bis drei Viertheile seiner Länge haben die Richtung des ziemlich langen Mikropyle-Canals; die Chalaza-Region bildet mit ihnen einen mehr oder minder spitzen Winkel. An der Beugungsstelle und am Mikropyle-Ende ist der Sack beträchtlich erweitert; am Chalaza-Ende treibt er bisweilen bereits vor der Befruchtung eine schräge, aufwärts gerichtete, kurze Aussackung. Der primäre Kern des Embryosacks liegt beständig an der der Raphe zugekehrten Wand der Biegungsstelle des Embryosacks; von ihm führen verästelte Protoplasmafäden zu den Keimbläschen. Die Gegenfüssler der Keimbläschen sind, wenn überhaupt, nur durch eine das Chalaza-Ende ausfüllende, grosse Zelle vertreten; dagegen finden sich bisweilen an anderen Stellen des Sackes, in der oberen oder unteren Ausbauchung desselben, der Seitenwand dicht angeschmiegte, flache, linsenförmige Zellen.

Der Pollenschlauch, der bald nach seiner Ankunft am Embryosack seine Wand beträchtlich verdickt, drängt sein zugerundetes Ende eine kurze Strecke zwischen Integument und Membran des Sacks; darauf entsteht in der Beugungsstelle des Embryosacks eine diese völlig ausfüllende, grosse, ellipsoidische Zelle, die Mutterzelle des Endosperms. Sie bildet sich rasch durch wiederholte Zweitheilung zu einem Zellenkörper um, in welchen das zum langen Embryonalschlauche gestreckte, befruchtete Keimbläschen bis weit über die Mitte vordringt; hier schwillt sein Ende kugelig an, trennt sich durch eine Querwand vom langen, cylindrischen oberen Theile und wird durch fortgesetzte Zweitheilung zum Embryokügelchen. In der Anschwellung des Mikropyle-Endes des Embryosacks treten unterdessen zahlreiche freie Zellenkerne auf, doch kommt es nicht zur Bildung eines geschlossenen Gewebes.

Selagineen.

Der Embryosack des anatropen Eies von Hebenstreitia dentata ist cylindrisch mit zugespitztem Mikropyle-Ende, dessen Innenwand die beiden Keimbläschen mit breiten [illegible] sitzen. Der kleine Kern des Embryosacks liegt in [illegible] dessen Wand an. Gegenfüssler der Keimbläschen

vorhanden, bisweilen sehr klein, bisweilen auch von beträchtlicher Grösse. Nach Ankunft des Pollenschlauches am Embryosack theilt sich der letztere durch eine in seiner Mitte auftretende Querwand. Die obere Hälfte bleibt zellenleer; die untere wird durch fortgesetzte Quer- und Längstheilungen zum Endosperm. In dieses dringt das zum Embryonalschlauche sich verlängernde befruchtete Keimbläschen tief ein, um den Embryo zu bilden. Die zellenleere obere Hälfte des Embryosacks treibt keine Aussackungen, aber sie erweitert sich etwas nach der Raphe hin; ein Vorgang, durch welchen auch die Scheitelregion des Embryosacks verschoben und das befruchtete untere Keimbläschen auf gleiche Höhe, oder selbst über das unbefruchtete gehoben wird. Das Pollenschlauchende haftet fortwährend nur ganz lose am Embryosack, so dass bei Freilegung der Theile beide regelmässig getrennt werden.

Globulariaceen.

Globularia vulgaris unterscheidet sich im Baue des Eies und des unbefruchteten Embryosacks nicht von Hebenstreitia. Nach der Befruchtung eilt die Entwickelung des Endosperms der des Embryonalschlauches weit voraus. Es bildet sich zuerst eine die Mittelregion des Embryosacks ausfüllende grosse Zelle, die durch eine Längstheilung und darauf oft wiederholte Quertheilung der beiden Tochterzellen zu einem aus zwei Längsreihen von Zellen zusammengesetzten Endosperm sich umbildet. Das unterste Zellenpaar desselben streckt sich sehr beträchtlich in die Länge. Auch der obere, die Keimbläschen enthaltende, im Uebrigen zellenleere Theil des Embryosacks wird durch eine Längswand getheilt, welche, ebenso gestellt wie die der Endospermzellen, zwischen beiden Keimbläschen durchzugehen pflegt. An diese Membran schmiegt sich der aus Verlängerung des befruchteten Keimbläschens entstehende Embryonalschlauch während seines Herabsteigens zum Endosperm.

Verbenaceen.

Verbena officinalis stimmt im Baue des Eies und auch in der Entwickelung desselben zum Saamen bis in die kleinen Einzelheiten mit Hebenstreitia überein. Das durch Theilung einer einzigen Mutterzelle entstandene Eiweiss bleibt einfach spindelförmig, die zellenleere, vom langen Embryonalschlauche durchlaufene obere Hälfte des Emryosacks ohne Aussackungen.

Ericaceen.

Das anatrope, seitlich etwas plattgedrückte Ei von Vaccinium, Myrtillus und uliginosum umschliesst mit einfachem Integument einen gestreckten, an der Spitze etwas erweiterten Embryosack. Der Innenseite der verdickten Wand seiner Scheitelgegend sitzen ungleich hoch die zwei Keimbläschen an. Der Kern des Embryosacks liegt in dessen Mittelgegend an der Wand desselben. Gegenfüssler der Keimbläschen fehlen meistens, oder es füllt eine einzige Zelle das Chalaza-Ende des Sacks aus.

Der Pollenschlauch, dessen Wände sich zeitig stark verdicken, legt sich der Embryosackspitze seitlich an; darauf dehnt sich das untere Keimbläschen zum mässig langen Embryonalschlauche, welcher in das Endosperm herabsteigt, das durch Vermehrung einer einzigen, die unteren zwei Drittheile des Sacks einnehmenden Zelle sich bildet. Nach wiederholter Quertheilung der aus Abtrennung des halbkugeligen Endes des Embryonalschlauches vom übrigen Raum desselben gebildeten Zelle entsteht durch Vermehrung der Endzelle dieser kurzen Reihe das Embryokügelchen.

Pyrolaceen.

Das Ei von Pyrola rotundifolia stimmt in allen Stücken genau mit dem von Monotropa überein*); es ist sehr klein, vollkommen durchsichtig, anatrop, von nur einem Integument bekleidet, dessen Hohlraum schon lange vor der Befruchtung vom Embryosack vollständig ausgefüllt wird. Dieser ist gestreckt, keulig, enthält im Mikropyle-Ende zwei, seltener drei der Innenwand ungleich hoch angesetzte Keimbläschen, eine ziemlich kugelige Gegenfüsslerzelle derselben und in der Mitte des Sacks einen grossen, wandständigen Kern, von dem strahlige Protoplasmastränge ausgehen. Nach Ankunft des Pollenschlauches theilt sich der Embryosack in seiner Mitte durch eine Querwand (bisweilen entsteht auch eine zweite Querwand dicht über der Gegenfüsslerzelle der Keimbläschen, so dass diese von der unteren der zwei Zellen ausgesperrt wird, in welche der Embryosack sich theilte). Beide Zellen theilen sich wiederholt durch Querwände, die von der unteren Theilhälfte des Embryosacks abstammenden, so gebildeten Zell[illegible]

*) Entstehung des Embryo S. 34.

Längswände. Es entsteht ein ellipsoidischer Endospermkörper, bis ziemlich zu dessen Mitte das zum Embryonalschlauche sich verlängernde Keimbläschen vordringt, um den wenigzelligen Embryo zu bilden. Die vorgezogenen Enden des Eiweisskörpers vertrocknen gegen die Saamenreife hin, wie bei Monotropa.

Droseraceen.

Das sehr langgestreckte, aus wenigen Zellenlagen zusammengesetzte äussere Integument des Eichens von Drosera rotundifolia umhüllt einen mässig langen Eikern, dem das aus nur zwei Zellschichten bestehende innere Integument auf allen Punkten der Aussenfläche sich dicht anschliesst. Der gestreckte Embryosack nimmt die Längsachse des Eikerns ein; die Seiten des Sacks werden von der einzigen peripherischen Zellschicht des Kerns umhüllt; der Embryosackscheitel ragt aus diesen Zellen hervor und berührt unmittelbar die zum Endostom sich verengende Scheitelwölbung des vom inneren Integument umschlossenen Hohlraums. Nach Ankunft des Pollenschlauches an der Aussenfläche des Embryosackscheitels beginnt die Endospermbildung. Durch wiederholte Quertheilung des ganzen Innenraums des Sacks entsteht eine Längsreihe von vier bis acht Zellen, deren oberste die jetzt noch unveränderten Keimbläschen umschliesst. Während das befruchtete zu einem kurzen Embryonalschlauche sich streckt und tiefer in die Anlage des Endosperms eindringt wird diese durch Vermehrung nach allen Richtungen zu einem eiförmigen Körper, der das Perisperm verdrängt.

Campanulaceen*).

Der Embryosack des anatropen Eies der Campanulaceen füllt schon einige Zeit vor der Befruchtung die Höhle einfachen Integuments fast vollständig aus; sein Chalaza-Ende steckt in dem am Scheitel aufgebrochenen übrigen Gewebe des Eikerns. Er ist spindelförmig; die Stelle seiner grössten Dicke liegt näher der Spitze als dem Grunde, ein Verhältniss, das bei Campanula medium in der Regel, bei Codonopsis viridiflora und Platycodon grandiflorum in manchen Fällen bis zur auffälligen Erweiterung der Gegend dicht unter dem Mikropyle-Ende steigt. Die Keimbläschen,

*) Vergl. Tulasne, Ann. d. sc. nat. Bot. 3e série. T. XII. Taf. 5.

stets nur in Zweizahl vorhanden, ungewöhnlich langgestreckte, birnförmige Zellen haften über einander an der Innenseite der Scheitelwölbung, bisweilen der Art, dass sie das letzte Endstück der Embryosackspitze nicht ausfüllen, ein besonders bei Campanula americana mehrfach beobachteter Fall. Der ziemlich grosse Kern des Embryosacks liegt in dessen Mitte, nahe der Wand. Bei Platycodon gehen Stränge körnigen Schleimes strahlig von ihm aus, während bei Campanula medium und americana eine dicke, in der Umgebung des Kerns besonders mächtige Schleimschicht, der zahlreiche Körnchen eingebettet sind, die Innenwand des Embryosacks auskleidet. Das Chalaza-Ende desselben wird von einer einzigen birnförmigen Zelle eingenommen; sehr häufig fehlt diese Gegenfüsslerzelle der Keimbläschen.

Der Pollenschlauch drängt sich nach Zurücklegung des langen Mikropyle-Canals eine kurze Strecke zwischen Embryosackhaut und Integument. Sehr oft gelangt seine Spitze bis genau auf die Stelle, an welcher das untere, zur Befruchtung bestimmte Keimbläschen der Embryosackhaut von innen ansitzt. Sofort beginnt ein rasches Wachsthum des Eies und Embryosacks, die beide schnell um mehr als das Doppelte sich vergrössern; dabei umhüllt die aufwärts wachsende Scheitelgegend des Embryosacks den sie berührenden Pollenschlauch, so dass dessen Ende einer von ihm völlig ausgefüllten, mehr oder minder tiefen Einstülpung des Sacks eingesenkt erscheint. Die Länge der Einstülpung ist bei einer und derselben Art sehr veränderlich; bei Codonopsis viridiflora z. B. kommt sie bisweilen nur dem Querdurchmesser des Pollenschlauches gleich, bisweilen beträgt sie das Zwanzigfache desselben. Dem unteren Ende der Einstülpung sitzt häufig das befruchtete Keimbläschen an. Es ist dies die Folge davon, dass das Pollenschlauchende bis auf die Ansatzstelle dieses Keimbläschens an der Seitenwand des unbefruchteten Embryosacks herabstieg. Endet aber das Vordringen des Pollenschlauches früher, so erscheint das befruchtete Keimbläschen, beziehendlich der aus Streckung desselben entstandene Embryonalschlauch nicht der Einstülpung, sondern der Seitenwand des Embryosacks angeheftet: ein bei Campanula medium und americana, sowie Platycodon grandiflorum öfters beobachteter Fall.

Das obere Keimbläschen erhält sich nur in seltenen Fällen noch einige Zeit nach der Befruchtung. [illegible] h rasch zu einem langen Embryonalschlauch

stehung sehr zahlreicher Körnchen in seiner Inhaltsflüssigkeit und dadurch bedingte dunkle Färbung bei durchscheinendem Lichte vom übrigen Inhalt des Embryosacks auffälligst sich unterscheidet. Die Haut des Embryonalschlauches ist sehr empfindlich gegen Einwirkung von Wasser; sie zerfliesst leicht. Diese Eigenthümlichkeit tritt besonders scharf und die Untersuchung erschwerend bei Prismatocarpus Speculum hervor.

Während der Verlängerung des befruchteten Keimbläschens zum Embryonalschlauche bildet sich in der Mittelgegend des Embryosacks eine diese völlig ausfüllende Zelle, aus der durch wiederholte Quer- und Längstheilung das Endosperm entsteht. Der Embryonalschlauch dringt in dasselbe ein, oft erst nach Entstehung einer Querwand in seinem Innern, nahe über der Spitze. Diese Quertheilung wird wiederholt in der sich streckenden Endzelle des Vorkeims. Nach dem Vordringen der Spitze des Vorkeims bis in die Mitte des Endosperms schwillt die Terminalzelle jenes kugelig an und wird durch eine Reihe von Theilungen zum Embryo.

Loaseen.

Das Ei von Loasa tricolor ähnelt in Gestalt, Anheftung und Bau sehr dem von Pedicularis sylvatica. Der Embryo hat zur Zeit der Befruchtung die übrigen Zellen des Eikerns vollständig verdrängt und von seinem Scheitel aus, weit hinein in den langen, halbkreisförmig gekrümmten Mikropyle-Canal, einen fädlichen Fortsatz getrieben, in dessen Spitze die zwei oder drei Keimbläschen der Innenwand anhaften. Da, wo der Fortsatz in den weiteren unteren Theil des Embryosacks einmündet, zeigt er eine gegen die Raphe gekehrte, wenig hervortretende Ausstülpung. Der primäre Kern des Sacks liegt in dessen weiterem unterem Theile der Wand an. Die Antipoden der Keimbläschen sind in Mehrzahl vorhanden; eines derselben wird öfters besonders stark entwickelt.

Nach Ankunft des Pollenschlauches an der Embryosackspitze streckt sich das untere Keimbläschen zu einem Embryonalschlauche von ungewöhnlicher Länge, der in den weiteren unteren Theil des Embryosacks herabsteigt, während die Ausstülpung an der Verbindungsstelle des cylindrischen oberen Theiles des Sacks mit dem bauchigen unteren zu einem tief in das Gewebe des Integuments eindringenden, blinddarmartigen Fortsatze sich entwickelt. Nachdem die Spitze des Embryonalschlauches an diesem Punkte vorbei-

gewachsen, trifft sie auf das Endosperm, das in der Mittelregion des erweiterten Embryosackgrundes aus Vermehrung einer einzigen Zelle, zunächst aus oft wiederholter Quertheilung desselben entstand. In das Gewebe des Endosperms dringt der Embryonalschlauch ein und bildet den Embryo.

Das anatrope Ei von Cajophora lateritia umschliesst mit einfachem Integument einen sehr langgestreckten Embryosack, der zwei Anschwellungen, eine kleinere des Grundes und eine grössere der Spitze, zeigt; letztere enthält in ihrer Scheitelwölbung die Keimbläschen, deren eines, zu einem sehr langen Embryonalschlauche gestreckt, herabsteigt in das Endosperm, welches in der unteren Anschwellung des Sacks aus Vermehrung einer einzigen Zelle sich bildete.

Bartonieen

Erinnerten Loasa und Cajophora in ihrer Embryoentwickelung an die Scrophularineen, so ähnelt dagegen Bartonia aurea in dieser Beziehung mehr den Campanulaceen. Bekanntlich treibt der Embryosack von Bartonia während der Entstehung der Keimbläschen eine weit in den Mikropyle-Canal reichende Aussackung seiner Scheitelgegend*), die noch vor vollendeter Ausbildung der Keimbläschen durch eine Querwand vom übrigen Raum des Embryosacks geschieden wird. An dieser Querwand haftet eines oder beide Keimbläschen (die Dreizahl derselben ist selten). Der Pollenschlauch drängt sich an der langen, scheitelständigen Ausstülpung des Embryosacks vorbei**) und gelangt mit seiner Spitze bis etwas unterhalb der Querwand, welche in der eingeschnürten Mitte des Embryosacks dessen untere ursprüngliche Hälfte von der oberen Ausstülpung scheidet. Das untere Keimbläschen verlängert sich darauf zum kurzen Embryonalschlauche, während durch wiederholte Zweitheilung des ganzen Raums des Embryosacks unterhalb der Keimbläschen das Endosperm entsteht.

Najadeen.

Das Ei von Najas major ist zur Blüthezeit hemitrop, waagrecht, von zwei Integumenten überzogen, deren äusseres das dickere.

*) Hofmeister, Entstehung des Embryo S. 38.

**) Er dringt nicht in dieselbe ein, wie ich früher bei Unterlassung der vollständigen Freilegung des Embryosacks irrthümlich zu sehen geglaubt.

Ein Büschel von erweiterten Zellen des leitenden Gewebes hängt aus dem Griffelcanal in die Fruchtknotenhöhle. Der eiförmige, nach dem Grunde hin stark verjüngte Embryosack nimmt die Mitte des Eikerns ein, ringsum von drei Zellschichten umgeben. Die sehr grossen Keimbläschen, zwei bis drei, sind nur locker der Scheitelwölbung des Embryosacks angeschmiegt. Ihre freien unteren Enden sind nur wenig entfernt vom oberen der ebenfalls sehr grossen Gegenfüsslerzelle. Der primäre Kern des Embryosacks ist klein, wandständig (VII. 12).

Die Bildung des Pollens erfolgt in der Art, dass in vier dreikantigen Längssträngen des Gewebes der eiförmigen Anthere die Zellen sich vereinzeln. Diese freien, Kugelform annehmenden Zellen sind die Mutterzellen des Pollens; sie theilen sich simultan in vier Tochterzellen, Kugel-Quadranten, die auseinanderfallend und Eiform annehmend die Pollenzellen darstellen. Bildung von Specialmutterzellen findet nicht statt: hierin liegt eine Aehnlichkeit mit Zostera*). Das Pollenkorn bildet gegen seine Reife hin im Innern zahlreiche spindelförmige Amylumkörnchen. Es entbehrt nicht völlig der Exine, diese ist nur sehr dünn, bei Anwendung von Jod und Schwefelsäure deutlich sichtbar. Häufig treibt das Pollenkorn bereits in der aufgesprungenen Anthere Schläuche.

Der Pollenschlauch bohrt sich durch die den Scheitel des Embryosacks deckenden drei Zellschichten und stülpt, indem sein Ende birnförmig anschwillt, die erweichte Membran des Sacks tief ein; häufig so tief, dass er so erscheint, als habe er die Membran durchbrochen und rage mit seinem Ende frei in den Innenraum des Sacks. Die Anschwellung des Pollenschlauchendes erreicht bisweilen die halbe Grösse eines der Keimbläschen (VII. 13). Sie und auch das cylindrische Stück des Schlauches über ihr sind dicht vollgestopft mit spindelförmigen Amylumkörnchen, die während des Herabsteigens des Pollenschlauches von der Narbe in die Fruchtknotenhöhle aus dem Pollenkorn in ihm herabwanderten (VII. 13).

Das eine der Keimbläschen schwillt nach dem Herantreten des Pollenschlauchendes zum Embryosack; oft sehr beträchtlich, oft kaum merklich. Sein freies Ende treibt darauf eine kurze Aussackung, die bald durch eine Querwand vom übrigen Raum ge-

*) Ueber Zostera vergl. Grönland, Botan. Zeitung 1851. Hofmeister, Botan. Zeitung 1852.

schieden wird. Die Quertheilung wiederholt sich einige Male in der Endzelle; der Vorkeim wird zu einer kurzen, etwa fünfgliedrigen Zellenreihe, deren unterste Zelle zum Embryokügelchen sich entwickelt. Wenn dieses etwa die Länge des Embryoträgers erlangt hat, wächst aus ihm das erste Blatt als den Scheitel des Embryokügelchens umgebende Ringwulst hervor, die an einem Punkte ihres Umfanges sich vorzugsweise stark in der Länge und Dicke entwickelt; dadurch wird die Scheitelgegend des jungen Embryo, welche inzwischen zu einem schlanken Wärzchen sich umformte, beträchtlich zur Seite gedrängt. Bis zur Saamenreife entwickelt diese Knospe, die in einem Spalte des Cotyledon eingeschlossen wird, noch vier Blätter. Das zu Anfang noch sehr kurze Wurzelende des Embryo wächst gegen die Reife desselben hin durch lebhafte Zellvermehrung beträchtlich in die Länge, entbehrt aber gänzlich jeder Andeutung der für Zostera und Ruppia*) so charakteristischen Auswüchse. Die Endospermbildung beschränkt sich auf das vorübergehende Auftreten einiger freien Zellenkerne und Zellen; oft unterbleibt auch dieses. Während der Umwandelung des befruchteten Keimbläschens zum Vorkeim erhält das Ei durch nachträgliche Dehnung seines Funiculus nahezu anatrope Form und aufrechte Richtung.

Potamogetoneen.

Das hängende, nur schwach gekrümmte Ei von Zannichellia palustris ist dem von Zostera ähnlich gebaut; Keimbläschen und deren Gegenfüsslerzelle indessen im Verhältniss zum Embryosack minder gross. Das befruchtete Keimbläschen schwillt zu einer sehr grossen Blase an, welche aus ihrem Scheitelpunkte eine kurze Ausstülpung treibt, die durch eine Querwand vom Innenraum der Anschwellung sich trennt und durch wiederholte Quertheilung zum fädlichen Theile des Embryoträgers wird.

Alismaceen.

Ganz übereinstimmend verhält sich die Entwickelung des Keimbläschens zum Embryo von Alisma Plantago. Das Ei dieser Pflanze ist gekrümmt mit ziemlich langem Funiculus; der Embryosack in seiner Scheitelgegend von nur einer Zellschicht umhüllt und bedeckt.

---

*) Wegen Ruppia siehe Hofmeister

Juncagineen.

Scheuchzeria palustris hat anatrope Eier, deren keuliger Embryosack, von zwei Zellschichten bedeckt, in der Längsachse des beinahe kugeligen Eikerns liegt; das befruchtete schwillt mässig an und treibt aus seiner Scheitelgegend, in nämlicher Weise wie die vorhergehenden, den fädlichen Theil des Embryoträgers. Ebenso verhält sich Triglochin maritimum.

Aroideen.

Die in Form und Richtung so mannichfaltigen Eichen der Aroideen haben einige wesentliche Züge des Baues durchgreifend gemein, insbesondere den, dass der Embryosack früher die seitlich ihm angrenzenden Theile des Eikerns verdrängt als die Kernwarze. Dieses Gewebe der Spitze des Eikerns ist bei allen untersuchten Arten zur Zeit der Befruchtung als den Scheitel des Embryosacks deckende Haube vorhanden. Der Embryosack von Symplocarpus foetidus ist zu dieser Zeit noch rings vom Parenchym des Eikerns umschlossen; bei allen übrigen Arten berühren seine Seitenflächen unmittelbar die Innenwand des inneren Integuments.

Das Ei von Arum maculatum, orientale, divaricatum, ternatum ist aufrecht. Die Chalaza-Region kommt an Masse dem Integument mit Eikern zusammengenommen gleich, oder überwiegt sie sogar. Der Eikern besteht bei Arum maculatum im jugendlichen Zustand nur aus dem Embryosack und einer einzigen diesen rings umschliessenden Zellschicht; erst während der Embryosack die seitlich ihm angrenzenden Zellen verdrängt, vermehren sich die seinen Gipfel deckenden der Art, dass die Kernwarze zur Blüthezeit als eine etwa vier Zellen hohe, kegelförmige Gewebsmasse erscheint. Nur zwei Keimbläschen sind bei den genannten Formen beobachtet: birnförmige Zellen, die mit kleiner Ansatzstelle an die ebene Scheitelfläche des Embryosacks befestigt, weit in dessen Raum herabhängen. Das dem Mittelpunkte dieser Ebene fernere Keimbläschen ist stets das grössere. Der Kern des Embryosacks ist wandständig; Protoplasmastränge gehen strahlig von ihm aus. Die grossen Gegenfüsslerzellen der Keimbläschen erfüllen meist zu dreien das Chalaza-Ende des Sacks.

Der Pollenschlauch durchbohrt das lockere Gewebe der Kernwarze und trifft auf die Scheitelfläche des Embryosacks, der er nur

leicht sich anlegt. Die Trennnng Beider gelingt auch nach erfolgter Befruchtung unschwer und ohne Verletzung. Bevor noch in einem der Keimbläschen eine Veränderung sich zeigt, beginnt die Endospermbildung: in der Mittelgegend des Embryosacks, da wo der jetzt verschwundene, primäre Kern desselben lag, treten einige freie Zellenkerne auf. Um diese bilden sich sphärische Zellen, die, schnell zu einer Längsreihe sich ordnend, den oberen cylindrischen Raum des Embryosacks ausfüllen. Seine inzwischen etwas angeschwollene untere Hälfte, die in die Chalaza-Region hinein sich ausdehnt, bleibt zellenleer. Jetzt wird der Kern des grösseren Keimbläschens unsichtbar; auch das kleinere Keimbläschen verschwindet meist schon zu dieser Zeit. Das andere, das befruchtete schwillt zur Eiform an. In seinem unteren Ende zeigt sich ein Zellenkern, über welchem eine convexe Membran entsteht: so wird eine linsenförmige Endzelle von dem weiten Hohlraum des befruchteten Keimbläschens abgeschieden. Diese Zelle dehnt sich in die Länge und dringt unter wiederholter Quertheilung in das geschlossene Gewebe des Endosperms. Aus der untersten Zelle des so entstehenden kurzen Vorkeims entwickelt sich der Embryo. Der nicht vom Endosperm erfüllte untere Theil des Embryosacks enthält auch während der ganzen Entwickelung des Eies zum Saamen nur Flüssigkeit, in der zwar transitorische Bildung freier Zellen stattfindet, die aber gegen die Saamenreife hin vertrocknet. Die auf dem Grunde dieser Erweiterung liegenden Gegenfüsslerzellen der Keimbläschen erhalten eine sehr beträchtliche Grösse, vertrocknen aber schliesslich mit der sie umgebenden Flüssigkeit.

Das Ei von Anthurium longifolium ist hemitrop. Die Chalaza-Region nimmt vor der Befruchtung nahezu die Hälfte des Eies ein. Der Embryosack ist zu dieser Zeit eiförmig; sein stumpfes Chalaza-Ende ist umgeben von dem noch unverdrängten unteren Theile des Eikerns; die Scheitelgegend tief herab bedeckt von der kappenförmigen Kernwarze. Nur ein kleines Stück der Seitenflächen des Embryosacks berührt die zähe und feste Hüllhaut des Eikerns. Die Keimbläschen, klein und kugelig, haften zu zweien in der Scheitelwölbung des Sacks; die ebenfalls kleine und runde Gegenfüsslerzelle derselben nimmt die tiefste Stelle seines Chalaza-Endes ein. Der Kern des Embryosacks ist verhältnissmässig gross und wandständig.

Sehr häufig treten mehrere Pollenschläuche in den Mund des nämlichen Eies. Nur in Ausnahmefällen durchbricht

schlauch die Hüllhaut des Eikerns und bahnt sich durch das Zellgewebe der Kerwarze den Weg zur Aussenseite des Embryosacks. In der Regel erreicht das Pollenschlauchende die Aussenseite der Embryosackhaut dadurch, dass bei Ankunft des Pollenschlauches im Endostom ein rasches Längenwachsthum der Integumente beginnt, welchem der Eikern nicht sofort folgt. In den erweiterten Hohlraum des inneren Integuments wächst das Pollenschlauchende eine kurze Strecke weit; jetzt füllt der Eikern durch schnelle Dehnung des Embryosacks den Hohlraum wieder aus. Das Pollenschlauchende wird dabei an die Wand des Integuments angedrängt. Es reicht entweder bis zur unteren Grenze der Kernwarze herab und berührt sofort die Seitenwand des Embryosacks, oder aber wenn seine Länge dazu nicht genügt, wächst es noch die nöthige kurze Strecke, oft in wunderlicher Weise sich krümmend oder verästelnd. Mit der Ankunft am Embryosack ist das Längenwachsthum des Pollenschlauches nicht immer beendet; er dringt dann aber nicht weiter abwärts, sondern wendet sich mit knieförmiger Beugung wieder der Mikropyle zu. Das in der Mikropyle steckende Stück des Schlauches treibt öfters aus derselben hervor, rückwärts in die Schleimmasse, welche die Fruchtknotenhöhle erfüllt, vielfach verästelte Zweige, deren Enden bisweilen keulig anschwellen.

Die erste Folge der Ankunft des Pollenschlauches am Embryosack ist die rasche Vergrösserung des Eies, nicht nur der Integumente und des Eikerns, sondern auch der Chalaza-Region, welche sich nach rückwärts zu einem umfangreichen, hakenförmigen Anhängsel des Eies entwickelt. In diesen Fortsatz hinein wächst das Chalaza-Ende des sich vergrössernden Embryosacks nach Verdrängung des unteren Theiles des Eikerns. Bald erscheint der Embryosack durch eine Querwand in zwei Zellen, eine kleine obere und grössere untere, getheilt. Ungefähr gleichzeitig erfolgt nach mässiger Längsstreckung die erste Quertheilung des einen befruchteten Keimbläschens. Die Ansatzfläche desselben ist in der Regel sehr weit entfernt von der nächsten Berührungsstelle eines Pollenschlauchendes mit der Haut des Embryosacks. Pollenschlauch und Embryosack lassen an diesen Punkten keinerlei Oeffnung erkennen. Die Membran des Pollenschlauches, schon bei der Ankunft im Eimunde ziemlich derb, wird noch sehr beträchtlich verdickt nach dem Zusammentreffen des Schlauches mit dem Embryosack.

Die untere der Zellen, in welche der befruchtete Embryosack

sich theilte, bleibt zellenleer. In der oberen treten sehr früh schon einige freie Zellenkerne auf; um diese bilden sich Zellen, die sofort zu einem aus wenigen, in zwei Längsreihen geordneten, grossen Zellen bestehenden Endosperm zusammentreten. In dieses Gewebe hinein entwickelt sich der junge Vorkeim durch wiederholte Quertheilung seiner Endzelle langsam zu einer aus etwa acht Gliedern bestehenden Zellreihe. Der junge Saamen erlangt unterdessen bereits die Grösse des reifen, das Endosperm die volle Zahl seiner Zellen. Jetzt beginnt die Bildung des Embryokügelchens durch Vermehrung der Endzelle des Vorkeims nach allen Richtungen. Das Wachsthum des Embryo dauert noch fort, nachdem die Wände der Endospermzellen bereits einen hohen Grad von Festigkeit erlangt haben. Im völlig reifen Saamen erscheint der Embryo, wie bei der Mehrzahl der Monocotyledonen, als spindelförmiger Zellkörper mit deutlicher Längsspalte des Cotyledon, auf derem Grunde, scheinbar seitlich, die mehrblätterige Endknospe steht.

Das hängende Ei von Symplocarpus foetidus ist wenig gekrümmt. Das äussere Integument überzieht das innere kaum zu einem Viertheile; das letztere schliesst über dem Scheitel des Eikerns mit vier bis fünf dreieckigen Lappen zusammen. Der Beschaffenheit des Eikerns, der vollständigen Umschliessung des Embryosacks mit Zellgewebe wurde schon gedacht. Einige Wochen nach der Befruchtung hat der Embryosack die übrigen Zellen des Eikerns bis auf einen kümmerlichen Rest der Kernwarze vollständig verdrängt. Der Embryosack ist von lockerem Endosperm erfüllt; das eine Keimbläschen in einen etwa vier Zellen langen Vorkeim verwandelt, dessen Endzelle durch allseitige Vermehrung zum Embryokügelchen sich umzuwandeln beginnt.

Die den Scheitel des Embryosacks des anatropen Eies von Calla palustris weit herab überragende haubenförmige Kernwarze ist ungewöhnlich stark entwickelt, in der Mitte etwa sechs Zellenschichten dick. Der Embryosack selbst ist keulenförmig, schon vor der Befruchtung ziemlich geräumig; die Keimbläschen, im Vergleich zum primären Kern des Sacks, nicht klein. Der Pollenschlauch erreicht den Embryosack, indem er das Gewebe der Kernwarze durchbohrt. Während nun eines der Keimbläschen zu dem aus einer einfachen Zellreihe gebildeten Vorkeim sich umwandelt, füllt sich die untere engere Hälfte des Embryosacks mit grosszelligem Endosperm, während die den Vorkeim umgebende Gipfelregion des Sacks noch geraume Zeit zellenleer bleibt.

Das aufrechte, ungekrümmte Ei von Pistia Stratiotes (Texensis Kl.) umschliesst einen schlanken Eikern mit langem Embryosack; die den Scheitel desselben deckende Kernwarze besteht aus einer einzigen Zellschicht. Die Keimbläschen, deren bisweilen drei vorhanden, sind ziemlich gross und gestreckt. Der Pollenschlauch drängt sich zwischen die Zellen der Kernwarze bis zur Aussenwand des Embryosacks; sofort füllt sich dieser mit Endospermzellen, die in eine einfache Längsreihe sich ordnen. Beträchtlich später erst beginnt die Vermehrung des befruchteten Keimbläschens, nach dessen erster Quertheilung beide Zellen des jungen Vorkeims durch Längswände sich theilen. Der kurze Embryoträger ist bis zu seinem oberen Ende eine Zellenmasse. Das Embryokügelchen entwickelt schon früh den Cotyledon als seinen Scheitel umgebende, auch an ihrer breitesten Stelle nur schmale Ringswulst; später wächst der Cotyledon zu einem das Wurzelende des Embryo an Masse um das Doppelte überwiegenden Zellenkörper heran. Neben der Endknospe verwachsen die Ränder des Cotyledon bis auf einen engen Längsspalt.

Das halbgekrümmte Ei von Lemna minor unterscheidet sich von dem der Pistia dadurch, dass hier das Exostom nicht das Endostom einschliesst, sondern dieses aus jenem hervorragt. Eikern und Embryosack sind denen von Pistia ganz ähnlich beschaffen; auch die Entwickelung und das Keimen des Embryo beider Gewächse stimmen überein.

Bei der Keimung von Lemna verlängert sich das Wurzelende des Embryo und sprengt die verholzten Zellen des Endostoms von dem übrigen Gewebe ab. Diese den inneren Eimund umgebenden Zellen bleiben lange an dem Wurzelende der Keimpflanze haften. Durch die Verlängerung des Radicularendes wird die Knospe des Embryo, die von den Rändern des Cotyledon bis auf einen schmalen Querspalt eingeschlossen ist, aus den Saamenhüllen hervorgehoben. Sie besteht aus einem flachen, blattlosen Stengelgliede, das von dem späteren der Wasserlinse durch zugespitzte Form und dadurch sich unterscheidet, dass allein die linke Seitenwand der Basis eine Knospe erzeugt. Hinter der Einfügungsstelle des Cotyledon entsteht im Gewebe des Embryo dessen erste Nebenwurzel. Die Mütze derselben entwickelt sich ganz auf die nämliche Weise wie die Mütze der Wurzeln anderer Gewächse. Der ganze Unterschied besteht darin, dass die parabolischen Zellschichten der Wurzelmütze von Lemna unter einander und an einer eng umschriebenen

Stelle der Wurzelspitze auch mit dieser in Verbindung bleiben. Die Knospe des Embryo bricht endlich aus den sich sehr dehnenden Rändern des Querspaltes desselben hervor; und bald dringt aus dem Seitenrande ihres Grundes die sich entwickelnde basilare Knospe (das dritte Stengelglied der Keimpflanze, das Stengelchen des Embryo als erstes gerechnet) an das Licht. Dieses Stengelchen ist dem der ausgewachsenen Pflanze in allen Stücken gleich gebildet: es trägt zwei in den Seitenrändern seiner Basis eingeschlossene Knöspchen, die später zu neuen Stengeln sich entwickeln. Der Gang der Zellenvermehrung in den flachen Stengelgliedern von Lemna stimmt überein mit dem gewöhnlichen der Blätter: die Zellenvermehrung erlischt an der Spitze, während sie am Grunde noch längere Zeit fortdauert; wogegen die Zellendehnung an der Spitze beginnt und von da zum Grunde fortschreitet.

Gramineen.

Die Gräser haben unter einander gemein den massigen Eikern, der auch den Scheitel des Embryosacks mit mehreren Zellschichten bedeckt. Der Embryosack von Secale cereale, Hordeum vulgare, Elymus arenarius ist langgestreckt, im oberen Theile eng, am Grunde einseitig, in der Richtung von der Anheftungsstelle des Eies hinweg, beträchtlich erweitert. Keimbläschen sind meist nur zwei vorhanden, birnförmige Zellen, die mit kleiner Ansatzfläche an der Innenwand des Sacks haften. Die Gegenfüsslerzellen der Keimbläschen dagegen sind zahlreich; es finden sich ihrer bis zu acht. Sie füllen einen grossen Theil des Embryosacks aus; bei Elymus den Raum desselben beinahe vollständig. Der Kern des Embryosacks liegt in dessen Mitte, nahe der Wand.

Der Pollenschlauch durchbohrt das Zellgewebe der Kernwarze und gelangt so an die Aussenfläche des ziemlich derbwandigen Embryosacks. Das dem Mikropyle-Ende des Sacks fernere Keimbläschen dehnt sich darauf etwas in die Länge und theilt sich durch eine Querwand. Schon die Endzelle des zweizelligen Körpers theilt sich durch nach mehreren Richtungen gestellte Wände. Der Vorkeim, der eine beträchtliche Längsentwickelung erreicht, ist von Anfang an massig. Nur selten geht dieser Vermehrungsweise der unteren Zelle des quergetheilten Keimbläschens die nochmalige Quertheilung derselben vorauf. Unmittelbar nach der Befruchtung beginnt die Endospermbildung; schon nach den ersten Theilungen

des Keimbläschens ist die obere Hälfte des Embryosacks von geschlossenem Gewebe gefüllt. Geraume Zeit vor dem Auftreten des ersten Blattes, des echten Cotyledon, am Embryo, beginnt die Wucherung des Gewebes des Stämmchens, durch welche das Schildchen entsteht. Sehr deutlich ist dies bei Hordeum zu beobachten. Am freigelegten Embryosack von Sorghum vulgare*) erkennt man auf der Aussenfläche der Spitze des Embryosacks, da, wo die Ansatzflächen der Keimbläschen von innen her sie berühren, kurze Längsstreifen, fädliche Massen durchsichtiger Substanz. Wir werden dieselbe Erscheinung, schärfer ausgeprägt, bei Gladiolus und namentlich bei Crocus wiederfinden.

Cyperaceen.

Das aufrechte, anatrope Ei von Carex (panicea, hirta, arenaria u. a.) enthält innerhalb zweier dünner Integumente einen eiförmigen Eikern, in welchem, auf dem Scheitel von nur einer Zellschicht bedeckt, der bauchige, am Chalaza-Ende stark verjüngte Embryosack liegt. Die Keimbläschen haften meist zu dreien in dessen Scheitelwölbung. Die Gegenfüssler derselben sind von nur mässigem Umfange, nie zu mehreren als dreien vorhanden und fehlen häufig ganz. Nach Ankunft des Pollenschlauchendes am Embryosack wird eines der Keimbläschen durch wiederholte Quertheilung zu einer kurzen Zellenreihe, aus derem Endgliede das Embryokügelchen sich entwickelt; noch bevor dies geschieht, füllt sich der geräumige Embryosack mit durch freie Zellbildung entstandenem Endosperm. In allen diesen Vorgängen schliessen die Cyperaceen sich näher an die Juncaceen und Liliaceen an als an die Gramineen.

Commelyneen.

Das waagerechte, sehr wenig gekrümmte Ei der Tradescantia virginica ist sehr in die Breite entwickelt, brodförmig Das äussere Integument übertrifft das innere an Dicke. Der Embryosack, im Verhältnisse zum Umfang des Eikerns sehr klein, liegt in der Längsachse des Eies, von zwei Zellschichten überlagert. Er ist

*) Ueber die Entwickelung des Embryo desselben vergl. Hofmeister, Entstehung des Embryo S. 29.

von gestreckter Form, nach dem Chalaza-Ende hin allmälig verjüngt. Die Keimbläschen und ihre Gegenfüsslerinnen sind in Dreizahl vorhanden. Nach der Befruchtung nimmt der Embryosack rasch an Umfang zu, während auch alle Theile des Eies sich beträchtlich vergrössern. Das Wachsthum des Sacks geht besonders stark in die Breite; es ist am lebhaftesten am Grunde des Sacks. Dieser erhält, von der Seite gesehen, eine dreiseitige Gestalt mit welligen Umrissen. Die Membran des Sacks erlangt während dessen grosse Festigkeit. Er füllt sich erst spät mit Endosperm, nachdem eines der Keimbläschen zu dem mit sehr kurzem Träger an der Embryosackhaut befestigten Embryokügelchen sich entwickelte.

Melanthaceen.

Das Eichen von Colchicum autumnale ist nahezu, das von Bulbocodium ruthenicum völlig anatrop; der freie Theil des Funiculus bei letzterer Art von ungewöhnlicher Länge*) (VII. 7). Aeusseres und inneres Integument sind zur Blüthezeit beide ziemlich dünn; das erstere wird später, gegen die Saamenreife hin, stark entwickelt. Der Embryosack hat schon vor dem Aufblühen sämmtliches Zellgewebe des Eikerns verdrängt, die Kernwarze ausgenommen: diese, bei Colchicum aus sehr wenigen, bei Bulbocodium aus etwas zahlreicheren Zellen bestehend, bedeckt den stumpfen Scheitel des Embryosacks, ähnlich wie bei Aroideen. Unter der Kernwarze haften an der Innenwölbung des Embryosacks die Keimbläschen, in der Regel nur zwei an der Zahl, im Verhältnisse zum Umfang des Embryosacks beträchtlich gross. Ihre Gegenfüssler sind bald ein-, bald zwei-, bald dreizählig vorhanden. Ein System strahliger Protoplasmafäden führt von jenen zu diesen. In seinem Knotenpunkte liegt der primäre Kern des Embryosacks an dessen Wand (VII. 7b).

Die Pollenkörner treiben Schläuche nur auf den papillentragenden, etwas verbreiterten Enden der sehr gestreckten Narbenarme. Der weite Weg, diesen entlang, (bei Colchicum eine Spanne und

---

*) Wie auch bei Bulbocodium vernum (Reichenbach, Ic. fl. germ. X. Taf. 428). Auf der Länge des Funiculus von Bulbocodium und der Kürze dessen von Colchicum mögen die Angaben Endlicher's beruhen (Gen. plant. p. 137): Bulbocodium: ovula anatropa?; Colchicum: ovula orthotropa. Von B. vernum unterscheidet sich B. ruthenicum unter anderen durch die nach Art derer von Tulipa sylvestris langgestielten Brutknospen.

mehr, bei Bulbocodium ruthenicum die Hälfte betragend) wird in wenigen Stunden zurückgelegt; der durch die verhältnissmässig kurze Griffelröhre nicht minder rasch. Zehn bis zwölf Stunden nach dem Stäuben des Pollens sind die Schläuche bereits in die Mündungen der Eier eingedrungen. Sie schieben sich eine kurze Strecke zwischen das innere Integument und die Kernwarze. Jetzt erfolgt plötzlich eine beträchtliche Dehnung der Zellen der Eihüllen, während Embryosack und Kernwarze auf ihrer ursprünglichen Grösse vorläufig verharren. So bildet sich eine ziemlich weite Höhlung um den Eikern, in welche hinein der Pollenschlauch sich verlängert. Bald vergrössert sich auch der Embryosack, füllt den Hohlraum wieder aus und drängt den bis zur Hälfte der Länge in denselben hereinhangenden Pollenschlauch an dessen Seitenwand. Jetzt, scheint es, erfolgt die Befruchtung. Der primäre Kern des Embryosacks und die Kerne der Keimbläschen verschwinden.

Nichts ist leichter, als sich dann zu überzeugen, dass niemals das Ende des Pollenschlauches die Nähe des zum Embryo werdenden Keimbläschens erreicht. Hat man die Mittellamelle eines Eichens durch Wegschneiden der beiden Seitenstücke isolirt (bei Colchicum autumnale, wo die Eichen $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ MM. Länge messen, ist diese Präparation zwar etwas schwieriger als an den doppelt grossen von Bulbocodium ruthenicum, doch bald erlernt), so ist es bei Anwendung zwanzigfacher Vergrösserung des einfachen Mikroskops eine mühelose Aufgabe, die Integumente nahe ihren Ursprungsstellen quer zu durchschneiden. Uebt man jetzt mit der Präparirnadel auf das Endostom einen leichten Druck, so treten aus dem inneren Integument der Embryosack und die Kernwarze unverletzt hervor. Der Pollenschlauch, der Aussenseite jenes anhaftend, gleitet in der Regel dabei aus dem weiten inneren Eimund rückwärts heraus; seltener trennt er sich (mit unverletztem Ende) vom Embryosack. Man erkennt in allen jenen Fällen mit Leichtigkeit das Pollenschlauchende weit von den Keimbläschen entfernt. Meist ist es stumpf, selbst verbreitert, selten spitz oder gabelig endend. Sein geformter Inhalt sind bald sphärische, bald gestreckte, sehr kleine, bewegungslose Körperchen (VII. 6, 9). Sein Ende erscheint stets geschlossen. In den Fällen, wo er vom Embryosack sich löst, sind die Häute beider ohne sichtbare Oeffnung. Ausnahmslos aber findet man, dass der Pollenschlauch die Aussenfläche des Embryosacks erreichen muss, wenn die Befruchtung stattfinden soll. Nie ist der primäre Kern der Keimbläschen verschwunden,

wenn das Ende des Schlauches noch oberhalb der unteren Grenze der Kernwarze verweilt.

Es währt geraume Zeit, bis im einen der Keimbläschen nach dem Verschwinden des Kerns weitere Folgen der Befruchtung sichtbar werden; bei Bulbocodium ruthenicum zwei Wochen; bei Colchicum autumnale sechs bis sieben Monate, bis Mitte des nächsten Mai. Dann theilt sich das befruchtete Keimbläschen durch eine Querwand in eine grössere obere und kleinere untere Hälfte (VII. 9). Gleichzeitig treten in der Inhaltsflüssigkeit des Embryosacks, nahe an dessen Wand, freie Zellkerne zahlreich auf. Bald umkleiden sie sich mit Zellen, die der Haut des Embryosacks von innen angelagert, die erste Zellschicht des Endosperms darstellen. In der unteren Zelle des zweizelligen Vorkeims wiederholt sich zu mehreren Malen die Quertheilung. Hat der Zellfaden, von dessen Zellen einzelne bisweilen der Länge nach sich theilen, eine Länge von sechs bis acht Zellen erreicht, so beginnt in der untersten derselben Vermehrung nach allen drei Richtungen: die Anlegung des Embryokügelchens. Allmälig erfüllt jetzt das Endosperm den Innenraum des sehr vergrösserten Embryosacks.

Der Bau des unbefruchteten Eies von Uvularia grandiflora Smith stimmt im Wesentlichen überein mit dem von Colchicum; nur ist die Kernwarze beinahe so gross als der Embryosack. Die Embryoentwickelung konnte nicht untersucht werden: die Pflanze treibt in unseren Gärten zwar Pollenschläuche, die aber nicht bis an die Mikropylen zu gelangen pflegen. Veratrum und Helonias dagegen besitzen Eichen, deren Bau von dem der gleichen Organe von Juncus und Luzula in keinem Punkte abweicht.

Liliaceen.

Das anatrope Ei von Erythronium dens canis zeigt schon vor der Befruchtung eine beträchtliche Wucherung des Chalaza-Endes von Form eines gegen die Placenta gekrümmten Horns. Nach der Befruchtung nimmt dieser Auswuchs an Länge und Krümmung noch beträchtlich zu. In systematischen Werken ist er irriger Weise als mit dem Körper des Eies nicht verwachsener Funiculus dargestellt worden. Der Embryosack, schlank und langgestreckt, liegt in der Längsachse des Eikerns; sein Scheitel ist von einer einzigen Zellschicht bedeckt, wie bei der Mehrzahl der Liliaceen. Nach Ankunft des Pollenschlauches am Embryosack erfolgt eine rasche

und beträchtliche Vergrösserung aller Theile des Eies. Das befruchtete Keimbläschen wird durch eine Quer- und darauf folgende Längstheilung zu einem vierzelligen rundlichen Körper, der nach vorgängiger weiterer, bald mehr, bald minder lebhafter Vermehrung seiner Zellen aus seinem unteren Ende einen cylindrischen, Anfangs aus einer einzigen Zellenreihe bestehenden Fortsatz treibt. Aus der Endzelle dieses schlanken unteren Theiles des Vorkeims entsteht das Embryokügelchen. Während dieser Vorgänge wird die Membran des Embryosacks, der leicht sich frei legen lässt, dick und fest; sein Innenraum füllt sich mit einem Breie freier Zellenkerne und Zellen, die bald zum Endosperm sich zusammenschliessen.

Von der Embryoentwickelung der nahe verwandten Gageen*) unterscheidet sich die von Erythronium in der Hauptsache nur dadurch, dass bei letzterem das anschwellende befruchtete Keimbläschen in mehrere Zellen sich theilt, bevor sein unteres Ende zu einem cylindrischen Fortsatze auswächst**).

Die Keimbläschen von Funkia coerulea***) besitzen schon vor Ankunft des Pollenschlauches am Embryosack eine zwar sehr dünne, aber feste Zellhaut. Der Pollenschlauch verästelt sich öfters bei seinem Anlangen an der vom Scheitel des Embryosacks durch eine einfache Zellschicht getrennten Aussenfläche des Eikerns und durchbricht diese Lage von Zellen an mehreren Stellen. Doch sieht man noch öfter, dass mehrere Keimbläschen durch einen einzigen unverzweigten Pollenschlauch mit zugerundetem Ende befruchtet werden, während es andererseits vorkommt, dass ein Pollenschlauch mit den Spitzen von vier Verästelungen seines Endes die Aussenwand eines Embryosacks berührt, welcher nur zwei Keimbläschen enthält.

Amaryllideen.

Die Chalaza-Region des anatropen Eies von Leucojum vernum nimmt den grösseren Theil des unbefruchteten sowie des eben befruchteten Eichens ein. Der Eikern ist lang-cylindrisch, schwach

*) Hofmeister, Entstehung des Embryo S. 21.

**) Meine frühere Angabe (a. a. O. S. 24), dass der Embryo von Gagea sylvatica eine homogene sphärische Masse von Zellgewebe sei, ist irrig; sie beruhte auf der Untersuchung nothreifer, unvollständig entwickelter Saamen. Der normal entwickelte Embryo dieser Pflanze ist spindelförmig und zeigt am Grunde des Cotyledon eine Längsspalte, welche auf die Endknospe zuführt.

***) Vergl. a. a. O. S. 12.

gegen die Raphe gekrümmt. Die oberen drei Viertheile seiner Länge nimmt der sehr gestreckte Embryosack ein, den von den Seiten und von oben eine einfache Zellenlage umhüllt.

Im Grunde des Embryosacks stehen die drei Gegenfüsslerzellen der Keimbläschen, auf denen in einer Ansammlung körnigen Protoplasmas der Kern des Embryosacks ruht. Strahlige Stränge solchen Protoplasmas, unter denen der in die Achse des Embryosacks verlaufende der stärkste, gehen von ihm aus aufwärts. Aus der Scheitelwölbung des Embryosacks herab hängen die birnförmigen Keimbläschen, zwei bis drei an der Zahl.

Der Pollenschlauch gelangt in den Eimund 24 bis 36 Stunden nach Bestäuburg der Narbe. Er drängt sich zwischen die Zellen, welche den Scheitel des Embryosacks bedecken, und gelangt so an dessen Aussenwand. Der primäre Kern des Sacks verschwindet sofort; dafür treten in der Inhaltsflüssigkeit die ersten Anfänge freier Zellenkerne in Form sehr kleiner kugeliger Schleimtröpfchen auf. Die seitlich den Sack umhüllenden Zellen wurden inzwischen verflüssigt, so dass nur noch sein oberes Ende von einer kappenförmigen Zellschicht bedeckt ist, ähnlich wie bei den Aroideen. So verharrt das Eichen drei bis sechs Tage, je nach der Wärme der Witterung. Die Membranen des Embryosacks, der Keimbläschen und deren Gegenfüssler erhalten grosse Festigkeit. Es hält nicht schwer, den Embryosack aus dem unteren Theile des Eikerns zu schälen und die seinen Scheitel deckende Kappe von Zellgewebe abzutrennen, ohne dass dadurch die Zellen in seinem Innern zerstört werden. Der Pollenschlauch löst sich bei dieser Zergliederung unverletzt vom Embryosack mit halbkugeligem, geschlossenen Ende. Seine Wand ist jetzt, nach erfolgter Befruchtung, stark verdickt.

Das eine der Keimbläschen verlängert sich beträchtlich acht bis zwölf Tage nach der Ankunft des Pollenschlauches am Embryosack. An die Stelle des verschwundenen primären treten zwei neue Zellkerne in ihm auf. Durch eine zwischen beiden verlaufende Querwand theilt sich die Zelle in zwei ungleiche Hälften, die untere die kleinere. Man findet öfters in dem zur Theilung sich anschickenden Keimbläschen bei Behandlung mit verdünnten Säuren zwei durch noch keine Zellstoffwand getrennte Primordialzellen; eine Erscheinung, deren häufiges Auffinden auf der langsamen Entwickelung des Embryo bei niedriger Temperatur beruhen mag. Die erste Quertheilung ist nicht selten erst einen Monat nach dem Stäuben vollendet. Während dieser Zeit haben die in der Inhalts-

flüssigkeit des Embryosacks entstandenen Kerne an Grösse und Zahl sehr zugenommen; die meisten liegen jetzt der Wand des Embryosacks an. Etwa sechs Wochen nach der Befruchtung umgeben sie sich mit Zellen, die den Raum des Embryosacks ausfüllen. Die Anlage des Embryo hat während dessen die Zahl ihrer Zellen durch wiederholte Theilung der unteren nur sehr langsam vermehrt. Sie besteht jetzt aus nur neun Zellen, oft noch aus weit wenigeren. Der untere Theil des Eikerns wird gegen die Saamenreife hin vom heranwachsenden Endosperm allmälig verdrängt. Schon lange vorher, bald nach dem Eindringen des Pollenschlauches ins Ei, verlieren seine an Amylum reichen Zellen allen Zusammenhang und vereinzeln sich leicht bei jeder Berührung.

Amaryllis longiflora steht unter den Amaryllideen durch ihren abweichenden Eibau als noch vereinzeltere Ausnahme da, wie selbst Hemerocallis unter den Liliaceen. Das Ei jener Amaryllis ist umgebogen (gleich dem einer Caryophyllee), von nur einem dünnen Integument bekleidet*); die Höhlung desselben bald nach der Befruchtung vom Embryosack allein ausgefüllt. Der Innenwand desselben sitzt die etwas gestreckte oberste Zelle des kurzen Embryoträgers an, ziemlich weit entfernt vom Pollenschlauchende, welches die Haut des Sacks von aussen berührt. Kurz vor der Reife besteht der Saamen aus einer wallnussgrossen, gleichartigen Masse zartwandiger, aber fester Zellen, dem sehr vergrösserten Integument, welches nach allen Seiten die Zahl seiner Zellen rasch vermehrte. Die äusserste Zellschicht des Integuments vertrocknet und löst sich stellenweise in Fetzen ab. Eine harte Saamenschaale fehlt gänzlich. Die Endospermbildung ist spärlich; die Endospermzellen werden, bevor sie zu geschlossenem Gewebe zusammentreten, vom Embryo verdrängt, der im Innern der grünlich weissen Zellenmasse des Integuments liegt: ein spindelförmiger Zellkörper mit knieförmig gebogenem Cotyledon.

Irideen.

Der Bau des Eichens von Crocus vernus, im Herbste einer zur Blüthe im nächsten Frühling bestimmten Knospe entnommen, weicht noch nicht von dem der Arten von Iris und Lilium ab.

---

*) Andere Arten von Amaryllis mit anatropen Eichen haben ebenfalls nur ein, aber sehr dickes Integument.

Ein dickes äusseres, ein häutiges, aus zwei Zellenlagen bestehendes inneres Integument umhüllen den länglichen Eikern, dessen oberer grösserer Theil von dem sehr geräumigen Embryosack eingenommen wird. Dieser ist umhüllt von einer einfachen Schicht tafelförmiger Zellen.

Noch vor Eintritt der Winterruhe aber beginnt der Embryosack diese ihn umschliessende Zellschicht zu verdrängen. Zunächst an seinem Scheitel (VII. 2). Anfang Novembers sind unmittelbar unter dem Endostom die Zellen der Oberfläche des Eikerns verschwunden. Der Embryosack hat hier eine, die seitlich abgeplattete, trichterförmige Innenmündung des Endostoms völlig ausfüllende, scheitelständige Aussackung getrieben. Weiter abwärts ist die den Embryosack umhüllende Zellschicht zwar häufig noch vorhanden und erhält sich selbst bis zum Wiedererwachen der Vegetation, Mitte März des nächsten Frühlings; aber die Abnahme des Querdurchmessers der dem Scheitel des Embryosacks näheren Zellen und das Aufquellen ihrer Häute giebt sie als in Auflösung begriffen zu erkennen. Die völlige Verdrängung der Hüllschicht des Embryosacks im Herbste scheint von der Höhe der Temperatur abzuhängen; sie fand sich im Herbste 1855 in den meisten, im Herbste 1854 in sehr wenigen der untersuchten Fälle*).

Beim Beginn der rauhen Jahreszeit sind die Tochterzellen des Embryosacks bereits vorhanden, die Keimbläschen sowohl als deren Gegenfüsslerinnen. Das Perigon reicht zu dieser Zeit kaum bis in die Hälfte der Länge der Antheren. Eines oder zwei der Keimbläschen sind der scheitelständigen Aussackung des Embryosacks eingepresst; das zweite oder dritte ist etwas tiefer der sich erweiternden Innenwölbung des Embryosacks angelagert (VII. 2b, 3, 4). Auf der Aussenwölbung des Mikropyle-Endes des Embryosacks zeigen sich jetzt Auflagerungen eines mit Jod sich schwach bräunenden Stoffes, von Form sanft welliger, theils paralleler, theils in spitzen Winkeln sich kreuzender Leisten, zwischen welche punktförmige Massen ähnlicher Substanz eingestreut sind; zunächst sehr sparsam (VII. 3, 4). Ein dicker, wenig verzweigter Strang von Protoplasma erstreckt sich in der Längsachse des Embryosacks von den Keimbläschen zu deren Gegenfüsslern, die mit verjüngten Enden die

*) Die Einschrumpfung des Embryosacks während der Wintermonate, die ich früher beschrieb (Entsteh. des Embryo S. 28), findet sich nur in ausserhalb des Erdbodens trocken aufbewahrten Knollen.

stark verengte untere Spitze des Embryosacks ausfüllen. Dem axilen Plasmastrange eingebettet, dem Chalaza-Ende näher liegt der primäre Kern des Embryosacks (VII. 3).

Bis zur Blüthezeit verändert das Eichen sich nur durch Dehnung, besonders Längsstreckung aller seiner Theile. Die Keimbläschen erhalten spätesten etwa zwei Tage vor Aufspringen der Antheren eine feste, der längeren Einwirkung von Wasser widerstehende Zellhaut, die auf Zusatz verdünnter Säuren sich nicht zusammenzieht. Häufig wird eine solche feste Membran schon während des Winters um die Keimbläschen gebildet (VII. 1); die des oberen, der Aussülpung des Scheitels des Embryosacks eingepressten erhält bisweilen eine messbare Dicke.

Die Pollenkörner entwickeln Schläuche zwei bis drei Stunden, nachdem sie auf die Narbe gelangten. Vierundzwanzig Stunden später findet man Pollenschläuche bereits in die Mikropylen der Eichen eingetreten.

Die Wand des im Eimunde verlaufenden Stückes des Pollenschlauches ist unmittelbar nach dem Eintritte nicht dicker als die des übrigen Schlauches (VII. 5), wird aber bald beträchtlich verdickt, und lässt dann deutlich unterscheidbar mehrere Schichten erkennen. Das Ende des Schlauches macht über dem keilförmig zugeschärften, von einem der Keimbläschen ausgefüllten oberen Ende des Embryosacks sehr oft eine kleine, halbkugelige Anschwellung und wendet sich dann seitlich, indem es zwischen das innere Integument und den Embryosack eine kurze Strecke eindringt; in der grossen Mehrzahl der Fälle nicht ganz bis zu der Stelle, wo das unterste der Keimbläschen der Innenwand des Embryosacks ansitzt (VII. 5, 6). Die Aussonderung der in welligen Leisten und kleinen Klumpen geordneten Masse, die schon lange vor der Befruchtung auf dem Scheitel des Embryosacks erschien, wird jetzt weit stärker. Sie lagert sich nicht nur der Aussenseite der scheitelständigen Ausstülpung des Embryosacks an, sondern auch der des ihm angeschmiegten Pollenschlauches. Beide erscheinen jetzt mehr oder weniger eingehüllt von einem Flechtwerk der fädlichen Massen, denen kleine Körner eingestreut sind. Sehr wahrscheinlich ist es dieser (vermuthlich von den Zellen des innern Integuments ausgeschiedene) Stoff, welcher Pollenschlauch und Embryosack so fest mit einander verklebt, dass die Trennung beider häufig nicht ohne Zerreissung möglich ist. Sie gelingt leicht ohne Verletzung in den Ausnahmefällen, wo das innere Integument so plötzlich zum Mikro-

pyle-Canal sich verengt, dass dessen innere Oeffnung als enges Loch in die verhältnissmässig flache Wölbung des vom Embryosack erfüllten Hohlraums mündet. Es fehlt dann die trichterförmige Erweiterung der Innenmündung der Mikropyle und die sie auskleidende Ausstülpung des Embryosackscheitels*).

Der feste Inhalt des im Ei angelangten Pollenschlauches besteht aus theils ziemlich kugeligen, theils aus spindelförmigen Körperchen, welche letztere von den länglichen Inhaltskörpern anderer sehr langgestreckter Zellen sich eben nicht unterscheiden. Bewegungserscheinungen wurden an ihnen in keinem Falle beobachtet, abgesehen von solchen, die von Molecularbewegungen nicht unterschieden werden konnten.

Das eine oder die zwei Keimbläschen, welche dem verengten Mikropyle-Ende des Embryosacks eingezwängt sind, verändern bald nach Ankunft des Pollenschlauches die Anordnung ihres Inhalts. Das Protoplasma hört auf, einen Wandbeleg darzustellen; der ganze Innenraum der Zelle ist von kleinen, in Molecularbewegung begriffenen Körnern erfüllt. Diese Zellen, obwohl in nächster Nachbarschaft des Pollenschlauches, der oft eine weite Strecke aussen an der Stelle des Embryosacks verläuft, welcher sie von innen angeschmiegt sind, verändern fortan sich nicht weiter.

Das untere Keimbläschen dagegen bewahrt fürs Erste, etwa noch vierundzwanzig Stunden nach dem Antritt des Pollenschlauches an den Embryosack, die ursprüngliche Vertheilung seines Inhalts in wässerige Flüssigkeit des Inneren und eine die Wand auskleidende Schicht von Protoplasma, welcher der primäre Zellkern eingebettet ist. Endlich verschwindet dieser, worauf ein neuer in der unteren Wölbung der Zelle, in einer Anhäufung auffällig grobkörnigen Protoplasmas erscheint (VII. 5). Hiermit giebt das Keimbläschen sich als befruchtet zu erkennen. Es ist bei Crocus, wie bei vielen anderen Pflanzen, stets das der Mikropyle f e r n s t e Keimbläschen, welches befruchtet wird; ein Verhältniss, das um so schärfer ausgeprägt sich findet, je spitzer kegelförmig das obere Ende des Embryosacks ist.

Es ist auch bei Crocus nicht gelungen, Erscheinungen zu beobachten, welche irgendwie darauf hindeuten könnten, dass geformte

---

*) Die frühere Angabe (H o f m e i s t e r, Entsteh. des Embryo S. 29) von der Leichtigkeit der Trennung des unverletzten Embryosacks vom Pollenschlauche in allen Fällen, beruhte auf dem zufälligen, häufigen Vorkommen solcher Ausnahmen.

Inhaltsstoffe des Pollenschlauches in den Embryosack oder das zu befruchtende Keimbläschen übertraten. Namentlich ist zu keiner Zeit eine Oeffnung am Pollenschlauche wahrzunehmen, wie denn solche, von Erscheinungen bei Coniferen abgesehen, die wahrscheinlich als Zerreissungen gedeutet werden müssen, bei keiner Pflanze beobachtet wurden. Dagegen kommen bei Crocus wie auch hier und da anderwärts in der äussersten Spitze des Pollenschlauches nicht selten Tüpfel vor, eng umschriebene, ganz dünnwandig gebliebene Stellen der übrigens ringsum stark verdickten Membran (VII. 6). Das befruchtete Keimbläschen haftet fest am Embryosack, von dem das noch unbefruchtete bei gelindem Druck sich leicht löst.

Bald nach Auftreten des secundären Kerns im befruchteten Keimbläschen theilt sich dasselbe durch eine nach oben schwach convexe Wand in eine kleine, linsenförmige untere Zelle, welche den neuen Kern umschliesst, und eine grössere, bald kernhaltige (VII. 6), bald kernlose obere Zelle, diejenige, mittelst welcher der Embryoträger an der Innenwand des Embryosacks hängt. In der Regel ist diese weiterer Vermehrung nicht fähig; selten erfolgt in ihr eine Längstheilung. Die linsenförmige untere Zelle theilt sich nach vorgängiger Längsstreckung und in der Regel auch Quertheilung durch übers Kreuz gestellte Längswände, die vier Tochterzellen dann durch Querwände. Darauf entwickelt eine der vier Scheitelzellen sich vorwiegend, drängt die anderen drei zur Seite. Fortan mehrt der Vorkeim die Zahl seiner Zellen durch das wiederholte Auftreten wechselnd nach verschiedenen (zunächst nach zwei) Richtungen geneigter Wände in der einen Scheitelzelle. Gleichzeitig mit dem Beginn dieser Vermehrung lagern sich die ersten Endospermzellen der Innenwand des seine Haut verdickenden Embryosacks an. Wie bei Gagea lutea*) eilt auch bei Crocus das Wachsthum der Integumente demjenigen des mit Endosperm sich füllenden Embryosacks voraus, so dass im halbreifen Saamen zwischen innerem Integument und Eiweisskörper ein weiter Hohlraum sich bildet, der gegen die Reife durch Massenzunahme des Endosperms sich wieder ausfüllt. Der zum Embryoträger werdende Vorkeim erhält eine Länge von bis sechs Zellen. Die Bildung des Embryokügelchens beginnt erst nach vollständiger Ausfüllung des Embryosacks mit Endosperm. Die Basis des Cotyledon ist auffällig schmal. Die Endknope des Embryo steht sehr deutlich

---

*) Entstehung des Embryo Taf. 9. Fig. 20.

in dem unteren Kantenwinkel der von den scheidig sie umfassenden Seitenrändern der Cotyledonarbasis gebildeten Spalte, nicht seitlich in derem Hintergrunde.

Crocus vernus hat die einzigen, bis jetzt bekannt gewordenen Beispiele missgebildeter Embryonen gegeben. In zwei Fällen zeigte das befruchtete Keimbläschen eine gewaltige Anschwellung; zu einem unregelmässig gestalteten Schlauche umgewandelt, erfüllte es den Embryosack fast zu einem Viertheile. Das eine solche zeigte in seinem Grunde drei einander berührende, flache Zellen; das zweite war zellenleer. Eine dritte Missbildung bestand in der Entsendung eines kurzen, seitlichen Fortsatzes aus dem einzig vorhandenen kugeligen Keimbläschen. Mehrfach wurden unmässige Wucherungen des Pollenschlauchendes beobachtet. Der Schlauch, zu ungewöhnlichster Länge entwickelt, erfüllte vielfach verschlungen als dichter Knäuel die obere Wölbung des inneren Integuments. Er hatte den Scheitel des Embryosacks in seine Windungen hineingezogen und verknittert. Von den Keimbläschen war keine Spur mehr wahrzunehmen. In einem anderen Falle war der Pollenschlauch in das Innere des Embryosacks, dessen Wand durchbohrend, gedrungen; hier war er zu einer die Scheitelwölbung des Sacks ausfüllenden Erweiterung von Gestalt und Grösse eines Keimbläschens angeschwollen, aus deren dickwandigen Seitenflächen zwei lange, durch den Raum des Embryosacks bis zu dessem Grunde sich schlängende, cylindrische Röhren, normalen Pollenschläuchen ganz ähnlich, hervorgewachsen waren.

Gladiolus communis stimmt in Bezug auf Embryobildung mit Crocus in den meisten Punkten überein. Eine feste Haut der Keimbläschen ist vor Ankunft des Pollenschlauches am Embryosack nicht mit Bestimmtheit nachzuweisen. Die Anordnung des Inhalts der Keimbläschen ist die gleiche, wie bei Crocus: ein Wandbeleg von feinkörnigem Protoplasma, der am unteren Ende der Zelle besonders mächtig ist und hier den linsenförmigen Kern derselben einschliesst, umgiebt einen mit wässeriger Flüssigkeit gefüllten Mittelraum. Die der Aussenwand des Embryosackscheitels aufgelagerten Streifen durchsichtiger Substanz treten minder hervor als bei Crocus. Gladiolus segetum hat Schacht Anlass zu den Behauptungen gegeben, die Keimbläschen dieser Pflanze seien vor der Befruchtung keine Zellen, sondern membranlose, auch der Zellenkerne entbehrende Anhäufungen von zweierlei Inhaltsstoffen des Embryosacks. Der obere Theil der Keimbläschen soll aus Bündeln

durchsichtiger Fäden; der untere Theil aus einem formlosen Haufenwerk körniger Massen bestehen. Diese Angaben und die aus ihnen gezogenen Schlüsse entbehren sicherlich der Begründung, wie ich anderwärts bereits nachgewiesen*).

Bromeliaceen.

Das kleine, völlig durchsichtige Ei von Puya chilensis stimmt in seinem Baue gänzlich mit dem der Liliaceen überein. Form und Lage des Embryosacks, Zahl und Beschaffenheit der Keimbläschen und deren Antipoden sind genau die nämlichen. Eigenthümlich ist die ungemeine Längsstreckung des äusseren Integuments, an welcher das innere nur in so weit Theil nimmt, als es die Mikropyle bildet. Die Raphe wird von einem sehr zarten Gefässbündel durchzogen, welches eine Reihe von Spiralgefässzellen enthält.

Pontederiaceen.

Der Eibau und die Embryoentwickelung der Pontederia cordata zeigen die nämliche Uebereinstimmung mit Liliaceen. Der Scheitel des gestreckten, nach dem Grunde hin allmälig verjüngten Embryosacks wird von zwei Schichten des Eikerns bedeckt. Durch diese Zellenlagen hindurch drängt sich der Pollenschlauch, um bei der Befruchtung den Embryosack zu erreichen. Das untere der zwei Keimbläschen entwickelt sich darauf zum kurzen Vorkeim, aus dessen Endzelle das Embryokügelchen hervorgeht, noch ehe der Embryosack mit Endosperm sich füllt.

Scitamineen.

Auf Canna coccinea und andere Formen dieser Gattung**) komme ich hier nur zurück, um der viel verschlungenen Windungen zu gedenken, welche das Ende des Pollenschlauches bisweilen nach dem Eintritte in den Embryosack bildet. Es ist dies eine Individuen der verschiedensten Arten hier und da zukommende Erscheinung, ohne Einfluss, oder doch ohne fördernden Einfluss auf die Befruchtung. Da, wo die Verschlingungen des Pollenschlauch-

---

*) Bonplandia 1856.

**) Vergl. Hofmeister, Entstehung des Embryo S. 8.

endes sehr vielfältig und umfangreich sind, scheinen die Keimbläschen fehlzuschlagen. Die Keimbläschen sind stets neben der Eintrittsstelle des Pollenschlauches oder, von diesem vor sich hergeschoben, an dessen unterem Ende haftend als zartwandige Zellen zu erkennen, und es liegt gar kein Grund zu der Angabe de Bary's*) vor, dass die erste Zelle des Embryo von Canna eine der abgeschnürten Seitenkrümmungen des Pollenschlauches sei.

Abietineen**).

Die langgestreckten Corpuscula aller untersuchten Arten von Pinus sind in der frühesten Jugend, kurze Zeit nachdem der Embryosack mit geschlossenem Gewebe (bei den Arten mit zweijähriger Saamenreife zum zweiten Male) sich füllte, mit grossem, wandständigen, primären Kern versehen; eine nicht sehr dicke Schicht von Protoplasma überzieht die Innenwand. Später erscheint der ganze Innenraum des Corpusculum gleichmässig ausgefüllt mit sehr feinkörnigem, fast klarem Protoplasma.

In demselben treten Vacuolen auf: so zahlreich und so dicht an einander bei Pinus sylvestris und Strobus, dass sie dem ganzen Inhalt des Corpusculum ein schaumiges Ansehen verleihen; minder zahlreich und von sehr ungleicher Grösse bei Pinus Larix und canadensis. Während der weiteren Entwickelung der Corpuscula vermindert sich wieder die Zahl dieser Vacuolen. Zwischen ihnen zeigen sich jetzt Zellenkerne und freie, kernhaltige, sphärische Zellen; letztere zuerst nur klein und wenige. Bald aber mehrt sich ihre Zahl, während die der Vacuolen mehr und mehr abnimmt. Die letzteren verschwinden völlig noch vor Ankunft des Pollenschlauches am Corpusculum bei Pinus sylvestris, Strobus, Abies L., während bei Pinus canadensis, Picea L., Larix eine oder zwei der Vacuolen im Mittelpunkte des Corpusculum bis zum Zeitpunkte der Befruchtung sich zu erhalten pflegen. Die freien, im Innenraum der Corpuscula schwimmenden Zellen, die Keimbläschen, erscheinen bei Pinus canadensis, Picea L. und Larix bis zur Befruchtung fast sämmtlich ungetheilt; nur in wenigen Fällen findet man bei Pinus canadensis und Larix einzelne solcher Zellen durch zwei,

*) Bericht über die Verhandlungen der 30. Versammlung deutscher Naturforscher zu Tübingen 1853.

**) Hofmeister, Vergleichende Untersuchungen S. 126 ff., wo auch die frühere Literatur abgehandelt ist.

sehr selten drei oder vier endogene Tochterzellen mehr oder weniger vollständig ausgefüllt. Bei Pinus sylvestris dagegen enthalten schon vor der Befruchtung sehr viele, bei Pinus Strobus fast alle Keimbläschen mehrere, bis zu sechs, meistens vier, ebenfalls kernhaltige Tochterzellen. Die Membranen der Keimbläschen, wie die ihrer vor der Befruchtung gebildeten Tochterzellen zerfliessen bei Wasserzusatz. Die Keimbläschen von Pinus canadensis enthalten kleine Amylumkörnchen; bei anderen Arten werden solche vermisst.

Bei Pinus sylvestris, Strobus, Abies L. und Larix ist der Scheitelpunkt des Corpusculum überlagert von einer Gruppe aus vier (ausnahmsweise aus drei, fünf oder sechs) in einer Ebene liegender, eine Rosette darstellender Zellen, auf welche eine trichterförmige Einsenkung des Gipfels des Eiweisskörpers zuführt. Bei Pinus Picea L. und canadensis findet sich an der Stelle dieser Rosette eine Längsreihe grösserer Zellen mit trübem Inhalt, die bis zur Aussenfläche der oberen Wölbung des Eiweisskörpers führt. So ist dem Pollenschlauche ein Weg vorgezeichnet, dem er jedoch nicht immer folgt; namentlich bei Pinus canadensis geschieht es nicht selten, dass der Pollenschlauch von der Seite her, das Gewebe des Eiweisshörpers durchbohrend, das Corpusculum erreicht.

Der dickwandige Pollenschlauch der Pinus canadensis dringt meistens tief in den Innenraum des Corpusculum ein, das obere Viertheil desselben fast vollständig ausfüllend. Er enthält zahlreiche sehr kleine Körnchen aus Stärkemehl, noch zahlreichere und noch kleinere Körnchen mit Jod sich bräunender Substanz, und lässt ausserdem in der Regel mehrere, zwei, vier oder acht, scharf begrenzte, kugelige Ballen feinkörnigen Protoplasmas, frei in seinem Innern schwebend, erkennen. Solche Corpuscula, welche ich unter denen, bis in oder an welche der Pollenschlauch vorgedrungen, für die frühesten beobachteten Zustände halte, zeigen nahe unter dem Ende des Pollenschlauches, aber nicht in Berührung mit ihm, eine freie eiförmige Zelle; von den Keimbläschen, welche den übrigen Raum des Corpusculum, ganz ebenso beschaffen wie vor Ankunft des Pollenschlauches, ausfüllen, unterschieden durch etwas beträchtlichere Grösse und besonders durch reichen Gehalt an umfangreicherer Plasmakörnchen. Der Kern dieser Zelle weicht von dem der benachbarten Keimbläschen dadurch ab, dass seine Kernkörperchen beträchtlich vergrössert erscheinen. In anderen Corpusculis, welche Eichen der nämlichen Zapfen entnommen wurden, findet sich eine ähnliche, aber kernlose Zelle näher am Grunde des

Corpusculum. In noch anderen Corpusculis aus denselben Inflorescenzen ist eine derartige Zelle jetzt mit einer festen Membran versehen (die in den vorher erwähnten Zuständen ihr fehlt) dem unteren Ende des Corpusculum fest eingepresst. Sie giebt sich jetzt unzweifelhaft als Anfangszelle des zusammengesetzten Vorkeims zu erkennen*).

Der Pollenschlauch von Pinus sylvestris wächst nach Verdrängung der Deckelrosette des Corpusculum in der Regel nur eine sehr kurze Strecke in dessen Innenraum hinein, so dass das Schlauchende halbkugelig in diesen vorragt; ein weiteres Vordringen ist selten. Die frühesten beobachteten Zustände, in welchen eine Veränderung des Corpusculuminhalts wahrgenommen wurde, zeigten nahe der unteren Wölbung desselben eine eiförmige, umfangreiche Zelle mit scharfer Begrenzung, in deren spitzerem unteren Ende ein linsenförmiger Zellenkern in einer beträchtlichen Ansammlung von körnigem Protoplasma liegt. Die Wände des oberen Theiles der Zelle sind von einer dünnen Lage von Plasma bekleidet; eine plattenförmige Schicht von Protoplasma durchsetzt den oberen Raum der Zelle in dessen ganzer Länge. In anderen Corpusculis berührte beinahe das untere Ende dieser Zelle den Grund des Corpusculum. In diesen Fällen erschien der Kern derselben und die ihn einschliessende Ansammlung von Protoplasma umgeben von einer festen Zellwand und von dem oberen, sehr zartwandigen, kernlosen, grösseren Theile der Zelle geschieden. Einen bis zwei Tage später untersuchte Corpuscula desselben Baumes zeigten diese kleine untere Tochterzelle, eingeschmiegt der unteren Wölbung des Corpusculum, dessen Wänden auch die Seitenflächen der oberen kernlosen, grösseren Hälfte der Zelle sich anlegen, während deren Begrenzung nach dem Scheitel des Corpusculum hin undeutlich wird. Wie bei Pinus canadensis lässt das Pollenschlauchende während dieser Vorgänge keine Oeffnung erkennen; sein Inhalt ist ähnlich beschaffen wie bei eben genannter Art. Die den Raum des Corpusculum erfüllenden unbefruchteten Keimbläschen bleiben vorerst unverändert, ebenfalls in Uebereinstimmung mit Pinus canadensis. Doch findet bei Pinus sylvestris darin eine Abweichung statt, dass sehr oft eines oder zwei der im Mikropyle-Ende des Corpusculum liegenden, das Pollenschlauchende berührenden Keimbläschen feste Häute aus Zellstoff erhalten, ein bei Pinus canadensis

*) s. Hofmeister, Vergleichende Untersuchungen Taf. 30. Fig. 8.

nie beobachteter Fall. Nachdem die dem unteren Ende des Corpusculum eingepresste Zelle durch wiederholte Theilungen in den zusammengesetzten Vorkeim sich verwandelte, erscheint nicht selten die Spitze des Pollenschlauches von Pinus sylvestris offen, ihr Inhalt in den Innenraum des Corpusculum getrieben; dies ist offenbar die Folge einer mechanischen Zerreissung. Die Zellen des Eiweisskörpers, welche die trichterförmige, auf das Corpusculum zuführende Einsenkung umgeben, strecken sich nach der Befruchtung bedeutend in die Breite und pressen den Pollenschlauch zusammen, häufig bis zum Verschwinden seines Lumen. Sein Inhalt erleidet dadurch einen starken Druck, der endlich bis zur Sprengung des freien Endes führen muss.

Der Pollenschlauch von Pinus Larix pflegt in der trichterförmigen Einsenkung des Eiweisskörpers über dem Corpusculum blasig anzuschwellen und dann, einen spitzen Fortsatz treibend, die Deckelzellen des letzteren zu durchbrechen. Die Membran des Schlauches ist ungleich zäher als bei den vorher besprochenen Arten. Während dort bei Lösung des Eiweisskörpers aus dem Eikern der Pollenschlauch regelmässig an der Stelle durchreisst, wo er aus dem Gewebe der Kernwarze hervortritt, um in eines der Corpuscula zu dringen, wird bei Pinus Larix die Spitze des Pollenschlauches sehr häufig aus dem Corpusculum hervorgezogen, so dass sie aus der unteren Fläche der Kernwarze eine beträchtliche Strecke frei herabhängt.

Der Pollenschlauch zeigt, noch bevor er das Corpusculum erreicht, in seinem Ende eine Anhäufung von Protoplasma, häufig nach Art einer Zelle scharf begrenzt; ausserdem weiter aufwärts in seinem Innern zahlreiche Stärkekörnchen, zum Theil in Gruppen von zweien oder vieren vereinigt. Unmittelbar nach der Ankunft seiner Spitze im Corpusculum aus diesem hervorgezogen, erscheint jene ziemlich dünnwandig und ohne Anhängsel. Bei Untersuchung wenig weiter entwickelter Zapfen findet man am freigelegten Pollenschlauchende eine Zelle haften, deren Querdurchmesser den des Pollenschlauchendes jetzt selten erreicht, oft erheblich dahinter zurückbleibt. Sie gleicht in allen Stücken einem der kleineren, im Innenraum des Corpusculum schwimmenden Keimbläschen. Wie diese zeigt sie einen Zellkern lichterer Substanz und entbehrt der festen Zellhaut*). Der übrige Theil des Corpusculum lässt zu dieser Zeit noch keinerlei Veränderung wahrnehmen.

*) Die Membran des Pollenschlauches zeigt da, wo diese Zelle ihr ansitzt,

In Corpusculis, die etwa um zwei Tage weiter vorgeschritten sind, zeigt sich neben dem in das Corpusculum herabreichenden Pollenschlauchende eine grössere Zelle, durch mehr als doppelten Umfang, lichtere Inhaltsflüssigkeit und festere Haut abstechend von den benachbarten unveränderten Keimbläschen. Ihr oberes Ende ragt nicht selten etwas über der Stelle empor, an welcher der Pollenschlauchspitze die erwähnte kleinere Zelle ansitzt. Nie zeigte die freie grosse Zelle irgend welche Verbindung mit der am Pollenschlauche haftenden kleinen. In anderen Corpusculis des nämlichen Zapfens findet sich eine derartige grössere Zelle näher am Grunde des Corpusculum. Ihr Umfang ist noch beträchtlich erweitert, ihr Inhalt in ähnlicher Weise beschaffen wie in dem vorher beschriebenen befruchteten Keimbläschen der Pinus sylvestris. Das spitzere untere Ende der eiförmigen Zelle wird ausgefüllt von einer ebenfalls eiförmigen Tochterzelle mit trübem Inhalt und festerer Membran. Der grössere obere Theil der Zelle ist kernlos; eine dünne Protoplasmaschicht belegt die Innenwand und eine ähnliche plattenförmige Schicht durchsetzt den inneren Raum seiner Länge nach (IX. 5). Kurze Zeit darauf erscheint die untere, an körnigem Protoplasma reiche Zelle dem Grunde des Corpusculum eingepresst (IX. 6). Sie ist jetzt in die Breite gezogen; ihre obere, dem Innenraum des Corpusculum zugekehrte Wand nur schwach gewölbt. Der Augenschein lehrt, dass sie die Anfangszelle des zusammengesetzten Vorkeims ist. Die obere kernlose Theilhälfte der grossen Zelle schmiegt ihre Seiten ebenfalls der Wölbung des Corpusculum an, wird aber bald aufgelöst.

Die freien Keimbläschen im oberen Theile des Corpusculum bleiben inzwischen ohne bemerkbare Veränderung (IX. 6). Die an der Pollenschlauchspitze haftende Zelle dagegen erhält schon zu der Zeit, da neben der Pollenschlauchspitze die grosse lichte Zelle auftritt, eine feste Zellstoffhaut; auch vergrössert sie sich bisweilen in dem Maasse, dass ihr Querdurchmesser zum dreifachen von dem des Pollenschlauches wird (IX. 3, 3b, 5). Die Innenwand des Pollenschlauches zeigt genau in dem Punkte, wo die Zelle ihr ansitzt, einen engen, die der Wand inzwischen angelagerten Verdickungsschichten durchsetzenden Tüpfel (IX. 4). Stets erschien dieser nach aussen durch die primäre Haut des Pollenschlauches

keine Spur von Oeffnung, und Nichts spricht dafür, dass die durch den Mangel einer festen Haut vom Pollenschlauche so auffallend verschiedene Zelle aus diesem hervorgewachsen sei.

geschlossen; niemals konnte eine offene Verbindungsstelle zwischen dem Pollenschlauche und der Zelle an ihm erkannt werden. Der Kern dieser Zelle ist jetzt verschwunden; ihr Inhalt ziemlich wasserhell, nur durch wenige feine Körnchen getrübt. Bisweilen erhält sie einige grössere, den Stärkekörnchen im Pollenschlauche an Umfang gleiche Körperchen mit Jod sich bräunenden Stoffes. Das Lagenverhältniss der Zelle zum Pollenschlauche ist doppelter Art: entweder haftet sie mit ihrer oberen Wölbung am Endpunkte der vorgestreckten kegelförmigen Spitze des Pollenschlauches und hängt so frei herab in den Raum des Corpusculum, oder aber das Ende des Pollenschlauches erhob sich rund um die Zelle zu einer Ringwulst und umwuchs sie zum grösseren Theile so, dass sie nur mit dem halbkugeligen unteren Ende aus der Einstülpung der Pollenschlauchspitze hervorragt (IX. 3). Dieser Vorgang ist in seinen verschiedenen Entwickelungstufen beobachtet. Wird auf dem oberen Theile eines Pollenschlauches, der in einer Einstülpung der Spitze die anhaftende Zelle birgt (IX. 3), ein mässiger Druck geübt, so stülpt sich häufig die einwärts gekehrte Membran nach aussen: der ausgestülpte Theil erscheint dann konisch und trägt die Zelle an seiner äussersten Spitze (IX. 3 b), ganz wie im ersten Falle. Beide Formen des Pollenschlauchendes finden sich ungefähr gleich häufig in durch Längsschnitte geöffneten Corpusculis. In vereinzelten Fällen haften zwei der erwähnten Zellen an der Pollenschlauchspitze.

Aus diesen Beobachtungen an Abietineen glaube ich folgenden Entwickelungsgang des Embryo derselben erschliessen zu müssen. Nach Ankunft des Pollenschlauchendes im oder am oberen Ende des Corpusculum wird eines der hier gelegenen, dem Pollenschlauchende nahen Keimbläschen befruchtet. Es nimmt an Grösse zu und gleitet durch den Brei von Protoplasma und unbefruchteten Keimbläschen, welcher das Corpusculum ausfüllt, bis zu dessen Grunde, welchem es sich einpresst. Jetzt (bei Pinus canadensis) oder schon während des Herabsteigens (bei Pinus sylvestris und Larix) bildet es in seinem unteren Ende eine Tochterzelle, aus deren wiederholter Zweitheilung der zusammengesetzte Vorkeim entsteht. Es ist eine für die Befruchtung unwesentliche Erscheinung, dass bei Pinus Larix stets, bei Pinus sylvestris öfters eines oder auch einige der unbefruchteten, den Pollenschlauch berührenden, aber unbefruchtet bleibenden Keimbläschen feste Zellstoffhäute erhalten und dem Schlauche sich anheften.

Zu einer Anschauung, die mit dieser insofern Aehnlichkeit hat, als sie das Herabsteigen der Anlage des Vorkeims vom oberen Ende des Corpusculum zum unteren annimmt, ist auch Schacht gekommen*). Ich habe bereits an einem anderen Orte**) die Gründe dargelegt, welche den Schlüssen Schacht's die Berechtigung entziehen; die Objecte, welche er für Anlagen des Vorkeims hielt, können der Natur der Sache nach dies nicht sein.

Die Angaben Geleznoff's über die Embryobildung von Larix stehen mit den meinigen mehrfach im Widerspruch. Er lässt die dem Pollenschlauche anhaftende Zelle aus der Spitze desselben nach und nach hervorwachsen; nimmt an, dass Beide durch einen offenen Porus communiciren, und dass im unteren Ende dieser Zelle die erste Zelle des Vorkeims entstehe. In allen diesen Stücken lieferten meine Beobachtungen ein verneinendes Ergebniss; ich glaube auf dasselbe ein entscheidendes Gewicht legen zu dürfen, da meine Untersuchungen nicht allein drei Jahre hindurch fortgesetzt, sondern auch die zahlreichen Beobachtungen während eines Aufenthaltes in den Alpen wiederholt und bestätigt wurden, wo es durch Sammeln von Zapfen an Standorten verschiedener Höhe ungleich leichter und sicherer war als in der Ebene, die Aufeinanderfolge der Zustände festzustellen.

Taxineen.

Bekanntlich bildet der Pollenschlauch von Taxus baccata***) über dem Scheitel des Eiweisskörpers eine diesem an Umfang oft gleichkommende, weite Anschwellung. In reichlich bestäubte Eichen dringen fast immer mehrere Pollenschläuche, die dann anschwellend und sich gegenseitig pressend nicht allein den Raum über dem Eiweisskörper vollständig ausfüllen, sondern auch, Aussackungen verschiedener Gestalt treibend, an diesem vorbei sich drängen. Es kommt vor, dass die Anschwellungen zahlreicher Pollenschläuche dem Eiweisskörper von allen Seiten her umwachsen, unter ihm wieder zusammentreffen und so, die Nahrungszufuhr ihm abschneidend, ihn ersticken. In jedem Pollenschlauche bildet sich noch

*) Beiträge zur Anatomie etc. Berlin 1854. S. 287. Das Mikroskop. 2. Aufl. Berlin 1855. S. 151. Flora 1855.

**) Flora 1855.

***) Ueber die Entwickelung des Eies bis zur Befruchtung s. Hofmeister Vergleichende Untersuchungen S. 129.

bevor die Corpuscula sich völlig entwickeln, eine, seltener zwei, grosse kugelige Zellen ohne starre Membran, erfüllt mit dickflüssigem, feinkörnigem Protoplasma, welches einen centralen Kern umschliesst. Diese Zellen schweben zu Anfang völlig frei im Innenraum des Pollenschlauches. Häufig umgiebt sie eine dünne Lage körnigen Schleimes, von welcher aus feine Stränge nach den Wänden des Schlauches strahlen. In weiter vorgerückten Eichen erscheinen diese Zellen der unteren Wand des Pollenschlauches mehr genähert und an diese durch eine Ansammlung zähen Protoplasmas geheftet; ihre frühere kugelige Form ist in die abgeplattet ellipsoidische übergegegangen. Oft zeigen sich jetzt anstatt des verschwundenen centralen Kerns zwei neugebildete, in jedem Brennpunkte der Zelle einer (IX. 1).

Die unbefruchteten Corpuscula, von einer vierzähligen Zellenrosette bedeckt, enthalten nur wenige, sechs bis zehn, freie Keimbläschen, unter denen eines, im Mittelpunkte des Corpusculum schwebend, durch Grösse, Schärfe der Umrisse und reichen Gehalt des Zellraums an körnigen Stoffen sich auszeichnet*) (IX. 1).

Der den Scheitel des Eiweisskörpers überlagernde Pollenschlauch treibt über dem befruchteten Corpusculum eine kurze, bald enge, bald weitere Ausstülpung, welche die vier Deckelzellen des Corpusculum aus einander drängt. Ihre Reste sind oft noch lange kenntlich.

Die Ausstülpung des Pollenschlauches ist häufig, doch nicht immer ausgefüllt von vier im Kreuz stehenden Zellen: offenbar der durch zweimalige Bildung von Längswänden getheilten, jetzt der Innenwand des Schlauches fest anliegenden, früher freien und sphärischen Zelle (IX. 2). Eines der Keimbläschen im Innern des Corpusculum, wie es scheint, stets das centrale, zeigt sich jetzt angeschwollen, reicher an Körnchen des Inhalts, in vielen Fällen auch dem Grunde des Corpusculum mehr genähert (IX. 2). Die Membran des Pollenschlauchendes erscheint vollständig geschlossen an allen Präparaten, bei denen man sicher sein kann, keine störenden Eingriffe in die Organisation geübt zu haben. Oeffnungen, die sie bisweilen nach der Abtrennung vom Corpusculum zeigt, lassen sich mit der Gewissheit naher Wahrscheinlichkeit auf ge-

*) Ich habe früher a. a. O. dieses Gebilde für den primären Kern des Corpusculum genommen; irrthümlich, wie ich jetzt glaube, da bei Abietineen und Juniperineen der Zellkern des Corpusculum sich nicht bis zur Befruchtung erhält.

waltsame Zerreissungen zurückführen. Der Inhalt der vier das Pollenschlauchende ausfüllenden Zellen, oder der in anderen Fällen hier sich findenden einen besteht aus theils kugeligen, theils spindelförmigen, sehr kleinen Körperchen, beide bewegungslos, welche in grosser Zahl die Zelle völlig ausfüllen. Der nächstfolgende Zustand befruchteter Corpuscula zeigt das zum Grunde derselben herabgestiegene befruchtete Keimbläschen dem unteren Ende des Corpusculum fest eingepresst. Die unbefruchteten Keimbläschen sind jetzt in der oberen Wölbung des Corpusculum noch unverändert erhalten*). Bisweilen bekleiden sich eines oder zwei der unbefruchteten, vom Pollenschlauchende berührten Keimbläschen mit festen Zellstoffhäuten und haften an der Spitze des Schlauches. Die den Grund des Corpusculum ausfüllende Zelle theilt sich nach einiger Zeit durch Längswände zunächst in zwei Mal zwei, dann in zahlreichere Zellen; damit ist die Bildung des zusammengesetzten Vorkeims eingeleitet.

Juniperineen.

Eichen und Eiweisskörper von Thuja orientalis sind denen von Juniperus**) übereinstimmend gebaut: der Kern des aufrechten Eies umschliesst einen langgestreckten, fast cylindrischen, oben und unten abgestutzten Eiweisskörper. Auf dem Scheitel desselben befindet sich eine ziemlich tiefe Einsenkung, deren Grund die dicht zusammengedrängten vierzelligen Deckelrosetten der langgestreckten, einander unmittelbar berührenden Corpuscula einnehmen. Die Seitenwände der oberen Enden der Corpuscula sind stark verdickt und mit zarten Ringleisten besetzt, welche als Querstreifen oft sehr deutlich hervortreten. Der Inhalt der Corpuscula ist Anfang Juli sehr feinkörniges, fast glasartig durchsichtiges Protoplasma, in dessen Mitte eine grosse Vacuole sich findet. Ueber dieser liegt im Protoplasma der primäre kugelige Kern des Corpusculum. Etwas später verschwindet dieser; im Protoplasma treten dafür einige freie, neue Zellkerne auf, um welche binnen Kurzem sphärische Zellen, die Keimbläschen, sich bilden. Während diese heranwachsen, wird die Vacuole des Centrum immer kleiner und kleiner;

*) Ein entscheidender Beweis dagegen, dass der Pollenschlauch, wie Schacht will, das Corpusculum völlig ausfülle (Flora 1855).

**) Hofmeister, Vergleichende Untersuchungen S. 128.

endlich verschwindet sie ganz, und das Corpusculum ist gleichmässig erfüllt von Protoplasma und in diesem schwebenden Keimbläschen, unter welchen eines oder einige, dem oberen Ende des Corpusculum nahe, durch besondere Grösse sich auszeichnen. Ganz ebenso verhalten sich, wie auch in den folgenden Entwickelungszuständen, Juniperus communis, Sabina, virginiana.

Der Pollenschlauch durchbricht die erweichte Membran des Embryosacks, welche die Oeffnung der Einsenkung auf dem Scheitel des Eiweisskörpers überspannt, und füllt anschwellend diese Vertiefung völlig aus. In seinem Innern erscheint jetzt regelmässig eine grosse kugelige Zelle, dicht angefüllt mit vielkörnigem Schleime, welcher einen centralen lichten Kern umschliesst. Einzelne Zustände, welche zweifellos als spätere aufzufassen sind, zeigen diese Zelle zum Ellipsoid gestreckt und mit zwei Kernen, in jedem Brennpunkte einen, versehen; noch andere den Raum der Zelle durch eine zwischen beiden Kernen verlaufende Scheidewand getheilt. Endlich finden sich, kurz bevor die Verdrängung der Deckelrosetten der Corpuscula durch den Pollenschlauch beginnt, nicht selten in diesem zwei kugelige Zellen der erwähnten Art; aller Wahrscheinlichkeit nach aus Theilung der ursprünglich einen entstanden. Jetzt drückt der an Umfang noch zunehmende Pollenschlauch die Deckelrosetten der Corpuscula zusammen und treibt durch die Berührungslinie der in Auflösung begriffenen vier Zellen in jedes zu befruchtende Corpusculum eine kurze, sehr zartwandige Ausstülpung. Die freien Zellen, welche der Pollenschlauch enthält, erscheinen nun entweder stark abgeplattet, der Wand des Schlauches angeschmiegt und in eine grössere Zahl, in der Regel sechszehn, in einer Ebene liegender kleiner Zellen getheilt (IX. 7), oder aber es finden sich im Pollenschlauche vier mittelgrosse oder acht kleinere rundliche Zellen ohne feste Membran (IX. 8), welche vermuthlich aus wiederholter Theilung einer jener grossen, ursprünglich kugeligen Zellen entstanden. Die Ausstülpung des Pollenschlauches durchbricht die derbe Membran des oberen Endes des Corpusculum mit einem in der Scheitelansicht desselben deutlich hervortretenden Spalt. Die Enden des Schlauches erscheinen auch nach erfolgter Befruchtung bei vorsichtiger Freilegung stets völlig geschlossen. Bei einem so zarten Gegenstande, wie diese Membran es ist, wäre das Uebersehen einer kleinen Oeffnung leicht möglich. Beinahe entscheidend für die Abwesenheit derselben ist aber folgende Beobachtung: der Inhalt der Corpuscula, namentlich

der eben befruchteter von Juniperus Sabina und communis, schwillt bei Einsaugung von Wasser an und sprengt dann die Wand des Corpusculum. Bringt man einen Längsschnitt aus einem eben befruchteten Eiweisskörper unter das Mikroskop, so sieht man, dass bei Anschwellen des Corpusculuminhalts der in dessen oberes Ende reichende zartwandige Fortsatz des Pollenschlauches in den Innenraum des Schlauches zurückgestülpt und endlich gesprengt wird, worauf eine lebhafte Strömung aus dem Corpusculum in den Pollenschlauch eintritt. — Häufig, doch nicht immer drängt sich eine der im Pollenschlauche jetzt befindlichen runden Zellen in die Ausstülpung, welche die Membran desselben in das zu befruchtende Corpusculum entsendete. Es enthalten diese jetzt sehr leicht zerfliessenden Zellen zahlreiche spindelförmige, bei Thuja kürzere, bei Juniperus länger gestreckte, bewegungslose Körperchen aus mit Jod sich bräunendem Stoffe (IX. 8b.)

Die erste Veränderung, welche im Corpusculum nach Eintritt des Pollenschlauchendes sichtbar wird, ist die Zunahme des Gehaltes des grösseren Keimbläschens an körnigen Stoffen. Es rückt diese Zelle allmälig gegen das untere Ende des Corpusculum vor, dem sie endlich sich einpresst. Die auf ihrem Wege liegenden grösseren Keimbläschen werden verdrängt und aufgelöst; die kleineren bleiben verschont. Da jeder gelungene Längsschnitt durch einen befruchteten Eiweisskörper mehrere verschiedene Entwickelungszustände von Corpusculis neben einander bloslegt, kann bei der grossen Menge zur Vergleichnng kommender Fälle kein Zweifel über deren Reihenfolge obwalten. Auch bei Juniperus, namentlich bei Juniperus communis, erhalten sehr häufig kleinere, dem Pollenschlauchende unmittelbar anhaftende, unbefruchtete Keimbläschen feste Membranen aus Cellulose.

Im Grunde des Corpusculum angelangt, theilt sich das befruchtete Keimbläschen zunächst durch eine Querwand. Auch die so entstandenen Tochterzellen entbehren noch dem Wasser Widerstand leistender Zellstoffhäute. Die untere beider Zellen theilt sich durch Längswände; so wird der zusammengesetzte Vorkeim angelegt. Diese Theilungen erfolgen aber nicht mit der Regelmässigkeit wie bei den Abietineen. Die ersten auftretenden Wände sind häufig sehr schräg gestellt, auch schwankender Zahl.

Das allgemeine Ergebniss dieser neueren Untersuchungen stimmt überein mit dem vor acht Jahren erhaltenen*). Der Kern des Pflanzeneies ist, abweichend von vegetativen Organen, aus einem axilen Zellstrange und mehr oder minder zahlreichen, diesen umhüllenden peripherischen Zellschichten zusammengesetzt. Eine Zelle des axilen Stranges (in seltenen Ausnahmefällen mehrere, Cheiranthus, Rosa) nimmt an Umfang zu; sie ist der Embryosack. In seinem oberen Ende entstehen durch freie Zellbildung Tochterzellen, stets in Mehrzahl, die Keimbläschen. Die Zweizahl derselben hat sich bei Erweiterung der Beobachtungen als der häufigste Fall herausgestellt. Drei Keimbläschen kommen oft, eine grössere Zahl nur selten vor**). Der Grad der Ausbildung, welchen die Keimbläschen bis zum Zeitpunkte der Befruchtung erhalten, ist bei verschiedenen Gewächsen sehr ungleich. Sie erscheinen als um Zellenkerne geballte, scharf begrenzte, aber jeder Zellhaut entbehrende Massen von Protoplasma, bei Citrus. Ueber diesen ersten Jugendzustand neu sich bildender Zellen sind in der weit überwiegenden Mehrzahl beobachteter Fälle die Keimbläschen bei Ankunft des Pollenschlauches am Embryosack hinausgelangt. Sie erscheinen als Zellen, selten von kugeliger, meist von gestreckterer Form, deren äusserste, den Inhalt begrenzende Schicht der längeren Einwirkung des Wassers nicht zu widerstehen vermag, noch nicht aus festem Zellstoffe besteht. Die zerfliessliche Wandung der Keimbläschen ist ausgekleidet von einer Schicht körnigen Schleimes, die im Mittelraum der Zelle eine grössere Vacuole frei lässt. Dem Wandbelege der Zelle ist deren meistens linsenförmiger Kern eingebettet. Bei manchen Gewächsen endlich werden die Keimbläschen noch vor der Befruchtung mit festen Zellstoffhäuten bekleidet: Nuphar, Tropaeolum, Cheiranthus, Evonymus, Rosa, Godetia, Grevillea, Pedicularis, Rhinanthus, Lathraea, Funkia, Crocus. Die Keimbläschen, ob mit, ob ohne feste Zellhaut, sind der Innenwand des Embryosacks mit ihren oberen Enden dicht angeschmiegt. Sind sie bereits von einer Cellulose-Membran umgeben, so haften ihre Ansatzflächen ziemlich fest an der Wand des Sacks. Es ist eine im Pflanzenreiche weit verbreitete Erscheinung, dass die eben neugebildete Haut einer Zelle mit anderen Zellwänden, mit denen

*) Hofmeister, Entstehung des Embryo S. 58.

**) Citrus, Scabiosa, Funkia, Nothoscordum fragrans nach Tulasne, Ann. d. sc. nat. Bot. 4e série T. IV. p. 99. Helianthemum grandiflorum nach Meyen, Physiologie. Bd. III. S. 316.

sie in Berührung kommt, fest, oft bis zum Ausschluss der Möglichkeit einer Trennung, sich vereinigt.

Der primäre Kern des Embryosacks erhält sich in allen Fällen bis zur Ankunft des Pollenschlauchendes. Der Embryosack bildet auch ausser den Keimbläschen in vielen Fällen noch andere Tochterzellen: häufig eine oder mehrere in seinem Chalaza-Ende, selten hier und da an der Innenwand oder im Raum zerstreute. Lamium ist ein Beispiel für die erstere, Tulipa und Fritillaria für die zweite dieser Ausnahmen. Das schwankende Vorkommen der Gegenfüsslerinnen der Keimbläschen bei der nämlichen Pflanze, ihr Fehlen in ganzen grossen Familien des Gewächsreiches und das Unterbleiben jeder weiteren Entwickelung derselben nach der Befruchtung, während Ausbildung des Endosperms und des Embryo, geben sie deutlich als unwesentliche Tochterzellen des Embryosacks zu erkennen.

Ueberall, wo der Augenblick der Ankunft des Pollenschlauchendes am Embryosack beobachtet wurde, erschien die Wand des Schlauches von geringer Dicke, auch bei solchen Pflanzen, deren Pollenschlauch binnen sehr kurzer Zeit durch starke Verdickung seiner Wände das Aussehen eines Glasstabes erhält.*) Niemals aber konnte am noch so dünnwandigen Pollenschlauche eine Oeffnung erkannt werden. Dagegen zeigten sich die Pollenschlauchspitzen einiger Gewächse mit Tüpfeln versehen: mit engen, durch die Verdickungsschichten bis auf die primäre dünne, geschlossene äussere Haut des Schlauches zuführenden Canälen (Godetia, Oenothera, Crocus). Der Inhalt des Pollenschlauches liess bei keiner dicotyledonen und monocotyledonen Pflanze zellige Gebilde erkennen. Bei vielen Gewächsen der verschiedensten Familien dagegen fanden sich in ihm spindelförmige, bewegungslose Körperchen mit Jod sich bräunender Substanz. Es liegt kein Grund vor, diesen einen specifischen Einfluss auf die Befruchtung zuzuschreiben; vielmehr ist daran zu erinnern, dass vielfach auch anderwärts in sehr lang gedehnten Zellen die Inhaltskörperchen sich strecken: die Chlorophyllkörner in unterirdisch kriechenden Vorkeimfäden von Moosen,

*) Nicht unwahrscheinlich beruht diese Verdickung nicht auf Anlagerung neuer Schichten auf die Innenwand des Schlauchs, sondern auf dem Aufquellen der Wand in ihrer ganzen Masse. Es ist denkbar, dass so eine, die Filtration von Inhaltsflüssigkeit des Pollenschlauchs durch dessen Wand hindurch sehr beschleunigende Pressung bewirkt wird.

die gelben Farbstoffkörper in den Blüthenstandscheiden von Strelitzia z. B.

Die Ankunft des Pollenschlauchendes am Embryosack genügt zum Vollzuge der Befruchtung; aber sie scheint auch unbedingt erfordert. Es ist kein Fall bekannt geworden, in welchem Befruchtung erfolgte, wenn das Pollenschlauchende nicht bis zur Aussenfläche des Embryosacks vordrang. Der Ort dagegen, an welchem die Pollenschlauchspitze auf den Embryosack trifft, scheint für die Ausführung der Befruchtung gleichgültig. Bei Crocus, Rhinanthus, Ceratophyllum gelangt er sehr oft nicht über die Region der Embryosackspitze hinaus, welche vom unbefruchtet bleibenden Keimbläschen vollständig ausgefüllt wird. Hier, scheint es, muss er durch Membran und Inhaltsflüssigkeit des sterilen Keimbläschens hindurch auf das zu befruchtende und auf den Embryosack einwirken, um diesen zur Bildung des Endosperms, jenes zur Umwandelung in den Vorkeim anzuregen. Bei Colchicum, Bulbocodium, Anthurium longifolium berührt das Pollenschlauchende den Embryosack regelmässig fern von der Ansatzstelle des zur Befruchtung bestimmten Keimbläschens; bei vielen anderen Gewächsen ist ein ähnliches Verhältniss, wenn nicht Regel, doch sehr häufig. Und auch da, wo der Pollenschlauch für gewöhnlich der Aussenfläche der Ansatzstelle des befruchteten Keimbläschens angeschmiegt erscheint, sind die Fälle nicht seltene Ausnahmen, in welchen die Schlauchspitze einen ganz anderen Punkt des Embryosackscheitels getroffen hat, ohne dass dadurch die Befruchtung irgend wie beeinträchtigt worden wäre.

Die Membran des Embryosacks bleibt, wenige vereinzelte Fälle ausgenommen, von der Pollenschlauchspitze unverletzt. Und auch die scheinbare Durchbohrung der Haut des Sacks, wie sie bei Passiflora alba, Najas major, Canna sich findet, ist nicht unwahrscheinlich nur eine tiefe Einstülpung der erweichten Scheitelgegend jener Haut. Eine ähnliche Erweichung, doch ohne Einstülpung durch den Pollenschlauch, kommt auch noch an manchen anderen Pflanzen vor. Sie ist das Hinderniss der Freilegung des Embryosackgipfels im Augenblick der Befruchtung bei Viola, Daphne, Iris, Gagea u. a. Dabei kommt es vor, dass z. B. bei Viola sehr bald nach Ankunft des Pollenschlauches die Membran des Sacks wieder grosse Festigkeit und Zähigkeit erhält. Weit häufiger aber als diese vorübergehende Erweichung ist die Erscheinung, dass die Embryosackhaut an der Spitze besonders derb, oft auch noch stark

verdickt ist: so namentlich bei den meisten der oben genannten Gattungen mit fester Zellhaut der Keimbläschen, ferner bei Pyrus, Vaccinium, Quercus u. a. Die Einstülpung des Embryosackscheitels, die sowohl, bei welcher dessen Membran erweicht, als die, wo sie fest ist (Campanula, Prostanthera) durch den Pollenschlauch, darf nicht durchweges so aufgefasst werden, als sei der Embryosack dabei völlig passiv; namentlich in den Fällen, wo unmittelbar nach Ankunft des Pollenschlauches am Sack ein bedeutendes Wachsthum des letzteren eintritt, da hat dieser letztere einen beträchtlichen, selbst überwiegenden Antheil an der Einschliessung des Pollenschlauchendes in einer Einsenkung der Haut des Sacks.

Die erste im Embryosack sichtbar werdende Folge der Befruchtung ist allgemein das Verschwinden des primären Kerns desselben. Später, oft erst lange nachher, wird in der Umwandlung eines der Keimbläschen die Einwirkung des, Pollenschlauches bemerklich. Es ist ohne Ausnahme das untere, dem Mikropyle-Ende des Sacks fernere, an dessen Innenwand sitzende Keimbläschen, welches als das befruchtete sich zu erkennen giebt. *) In der Regel erhält es bald nach Ankunft das Pollenschlauches eine feste Zellhaut, falls es diese nicht schon vor der Befruchtung besass. Ausnahmen hiervon bieten Lupinus, Mirabilis, Prismatocarpus, deren befruchtetes Keimbläschen und selbst deren mehrzelliger Vorkeim der Widerstand fähigen Cellulose-Membranen noch entbehren.

Sehr häufig noch bevor die Reihe der Zweitheilungen beginnt, durch welche das befruchtete Keimbläschen zum Vorkeim, die Endzelle dieses, nun den Embryoträger darstellenden Gebildes zum Embryo sich entwickelt, beginnt im Raum des Embryosacks eine neue Zellbildung, die Entwickelung des Endosperms. Sie kann in doppelter Weise erfolgen: sei es durch wiederholte Zweitheilung des ganzen Embryosacks oder einer von dessen übrigem Raum sich abscheidenden einzigen grossen Zelle, die bald das obere Ende (Thesium, Lathraea), bald die Mittelgegend (Veronica, Pedicularis), bald den Grund des Sacks einnimmt (Loranthus). Mit dieser Form der Endospermbildung ist häufig, nicht immer (Viscum), die Streckung des befruchteten Keimbläschens zu einem Embryonalschlauche verbunden. Oder aber das Endosperm entsteht, indem im Embryosack, sei es mitten in seiner Inhaltsflüssigkeit (Leucojum, Iris, Aroi-

*) Schon früher (Flora 1855, S. 259) habe ich auf dieses Verhältniss aufmerksam gemacht. Siehe auch Radlkofer, Befruchtung (1856) S. 26.

deen) oder in einer seine Innenwand überziehenden Protoplasmaschicht, gleichzeitig mehrere freie Zellenkerne auftreten. Um jeden dieser ballt sich eine Protoplasmamasse, die mit einer zarten, zunächst in Wasser zerfliesslichen Zellhaut sich bekleidet. Die so entstandenen Zellen, zu Anfang sphärisch und ohne Zusammenhang unter sich, stellen eine der Embryosackwand anliegende Zellschicht dar, die entweder den Raum des Sacks sofort ausfüllt, indem ihre sich streckenden Zellen in dessen Längsachse mit einander in Berührung treten (Asclepiadeen, Solanaceen, Calendula), oder es entstehen in dem von der ersten wandständigen Schicht frei gelassenen Mittelraum des Sacks neue freie Zellen, die den schon vorhandenen, in endogener Vermehrung begriffenen Endospermzellen sich anlagern, bis der ganze Raum des Embryosacks ausgefüllt ist. Sehr enge, gestreckte Embryosäcke werden im Beginn der Endospermentwickelung durch freie Zellbildung schon von einer einfachen Längsreihe von Zellen ausgefüllt (Pistia, Arum). Die Gegenfüssler der Keimbläschen verhalten sich bei der Endospermbildung völlig passiv und werden von diesem ein- beziehendlich ausgeschlossen (Ranunculaceen, Mirabilis z. B.), oder während der Entwickelung des Endosperms aufgelöst (Crocus, Leucojum, Colchicum).

Die Haut des Embryosacks, sofern sie nicht vom Pollenschlauche durchbrochen erscheint, sowie die Haut der befruchteten Keimbläschen liess in keinem Falle sichtbare Oeffnungen erkennen. Nur an einer Pflanze, Viscum album, sind in der verdickten Haut des Embryosacks Tüpfel erkannt worden, welche aber die primäre äusserste Hautschicht desselben verschliesst.

Der Unterschiede der Entwickelung des Embryo der Coniferen von derjenigen der Mono- und Dicotyledonen sind so zahlreiche, dass sie eine besondere Betrachtung jener erfordern. Der Embryosack der Coniferen füllt sich bald nach dem Stäuben des Pollens, aber lange bevor die Pollenschläuche ihn erreichen, mit durch freie Zellbildung entstandenem Gewebe. Einige dem Mikropyle-Ende nahe Zellen desselben nehmen an Grösse beträchtlich zu. In diesen, den Corpusculis, entstehen zahlreiche, durch den ganzen Innenraum vertheilte Keimbläschen. Das Ende des Pollenschlauches dringt bis in das Corpusculum und bewirkt die Befruchtung eines der Keimbläschen, ohne dass die Membran der Spitze des Schlauches eine Oeffnung zeigte. Die vorgängige Zellenbildung im Pollenschlauche, wenn auch schwerlich ohne Bedeutung für die Befruchtung, lässt doch kaum anders sich auslegen, denn als eine Ver-

arbeitung des zum Träger der Befruchtung bestimmten, entweder flüssigen oder wenn fest, ausserhalb der Grenzen des mikroskopischen Sehens liegenden Stoffes.

Diese Entwickelung des Embryo der Coniferen gewährt keine anderen Vergleichungspunkte mit derjenigen der Mono- und Dicotyledonen, als das Vorhandensein von Pollenschlauch, von Embryosack und von der Befruchtung praeexistirender Keimbläschen. Die Zellenbildung im Embryosack der Coniferen vor Ankunft des Pollenschlauches ist unter den Mono- und Dicotyledonen schlechterdings ohne Beispiel. Die Corpuscula der Gymnospermen unterscheiden sich von den Keimbläschen der Angiospermen ebenso sehr durch die Erzeugung freier Zellen in ihrem Innern vor Einwirkung eines Pollenschlauches, als durch das Verhalten der Pollenschlauchspitze zu ihnen. Der Vergleich zwischen Corpusculis und Keimbläschen, den von Mohl andeutete[1]), erscheint unzulässig. Um so näher liegt die Analogie der Corpuscula mit den Archegonien der Cryptogamen, wie ich an anderem Orte[2]) darlegte. Die Art, in welcher der Embryosack der Gymnospermen noch vor der Befruchtung mit Zellgewebe sich füllt, ist die gleiche, wie in der Makrospore von Isoetes[3]). Die Corpuscula stimmen sogar in minder wesentlichen Zügen des Baues, in Form und Anordnung der Zellen der Deckelrosette z. B. überein mit den Archegonien der Lyocpodiaceen und Rhizocarpeen. Eine besondere Stütze erhält diese Vergleichung durch die neuerliche Auffindung mehrerer (häufig zweier) Keimbläschen in der Centralzelle des Archegonium von Salvinia natans[4]).

Kein Zweifel, dass aus der genauen Kenntniss der Entwickelungsgeschichte des Embryo auch die Systematik fördernde Schlüsse gezogen werden können. Die Berechtigung aus der Entwickelungsgeschichte genommener, selbst histologischer Merkmale zur Umgrenzung von Gruppen ist unbestreitbar. Beruht doch das oberste Eintheilungsprincip der Phanerogamen auf einer der Embryologie angehörigen, oft nur durch schwierigste Zergliederung zu ermittelnden Thatsache: darauf, dass der Embryo entweder zuerst ein stengelumfassendes oder zwei gegenständige Blätter hervorbringt; ein

1) Berliner Botan. Zeitung 1847. S. 473.
2) Vergleichende Untersuchungen S. 140. Flora 1852. S. 8.
3) Abhandl. der k. sächs. Gesellsch. der Wiss. Math.-phys. Cl. II. S. 125.
4) a. a. O. Math.-phys. Cl. III. S. 667.

Vorgang, der keineswegs immer mit einer gegebenen Periode der Entwickelung, der Saamenreife etwa, zusammenfällt. Die Wichtigkeit embryologischer Kennzeichen erweist sich, gleich denen von anderen Phasen der Entwickelung des Pflanzenkörpers hergenommenen, sehr schwankend; in verschiedenen Verwandtschaftskreisen von sehr ungleicher Bedeutung. Drei Momente des Bildungsganges sind ins Auge zu fassen: die Beschaffenheit des unbefruchteten Eichens, das Maass der Entwickelung des zum Embryoträger werdenden Vorkeims und die Endospermbildung.

Das Verhältniss des ersten Punktes zur Systematik ist bereits von Schleiden auseinandergesetzt*). Hinzuzufügen ist noch, dass bei den Monocotyledonen das Vorkommen zweier Integumente des Eies so gut als ausnahmslose Regel ist (einzige bekannte Ausnahme Amaryllis), dass den Petalostemonen unter den Dicotyledonen vorzugsweise Eichen mit nur einem Integument und den Eikern zeitig verdrängenden Embryosack zukommen, dass Eichen mit nacktem Eikern lediglich auf den Verwandtschaftskreis der Santalaceen und Balanophoreen beschränkt sind (dem auch Hippuris angehören dürfte, wie J. D. Hooker bereits aussprach). Gleich der Form und der Hüllenzahl der Eichen ist auch das Verhältniss des Embryosacks zum Eikern in vielen Familien und Familiengruppen sehr fest bestimmt (Ranunculaceen, Nymphaeaceen, Ceratophylleen, Berberideen, Papaveraceen, Fumariaceen; — Caryophylleen, Alsineen, Portulaceen, Phytolaccaceen, Mesembryanthemeen, Chenopodeen, Amarantaceen, Nyctagineen; — Euphorbiaceen, Polygaleen; — Celastrineen, Stackhousiaceen; — Thymeleen, Elaeagneen; Onagrarieen, Halorageen (mit Ausschluss von Hippuris), Lythrarieen; — Aristolochiaceen, Asarineen, Cytineen; — Caprifoliaceen, Rubiaceen, Compositen, Contorten, Gentianeen, Solanaceen, Personaten, Labiatifloren, Campanulaceen; — Gräser; — Cyperoideen, Juncaceen; — Orchideen); in einigen sehr unbeständig (Geraniaceen, Balsamineen, Tropaeoleen, Oxalideen; — Terebinthaceen (Rhus), Juglandeen, Amentaceen; — Leguminosen; — Aroideen; Melanthaceen, Liliaceen, Amaryllideen, Irideen).

Weniger constant im nämlichen Verwandtschaftskreise erscheint der Grad der Ausbildung des Vorkeims. Einen ungemein stark und üppig entwickelten Träger des Embryo besitzen bei sehr spärlicher, fast unterdrückter Endospermbildung die Geraniaceen, Tro-

*) Grundzüge. 2. Aufl. Bd. II. S. 342.

paeoleen, Trapa, die Caryophylleen. Die ungemein starke Entwickelung des Wurzelendes vom Embryo einiger eiweissloser Monocotyledonen (Zostera, Ruppia) kann wenigstens als Vergleichungspunkt hierher gezogen werden. Die Grenze zwischen Embryoträger und Embryo ist hier minder klar als anderswo; bestimmt man sie darnach, dass man alle die Theile dem Embryo zurechnet, welche im reifen Saamen mit bildungsfähigem Inhalt erfüllt sind, die Gewebe mit verschrumpften, inhaltsarmen Zellen aber dem Embryoträger zuzählt (wie dies für die Praxis am bequemsten), so gehören die in Frage stehenden Theile von Zostera und Ruppia ohne Zweifel zum Embryo. Aber an der Entwickelung der Keimpflanze nehmen sie keinen Antheil; die ersten Adventivwurzeln entstehen nicht in ihnen, sondern dicht unter der Einfügungsstelle des häutigen Cotyledon. — Die den Geraniaceen und Tropaeoleen nahe stehenden Oxalideen, die den Caryophylleen verwandten Amarantaceen und Nyctagineen haben nur einen kurzen, dünnen Vorkeim. Aehnliche Gegensätze finden statt zwischen Papilionaceen und Mimosaceen, zwischen Cruciferen und Resedaceen, zwischen Rosa und Prunus, zwischen Calendula und Helianthus, zwischen Galium und Spermacoce, zwischen Cynanchum und Asclepias.

Die mehrfach erwähnten zwei scharfen Gegensätze in der Entwickelungsweise des Endosperms: ob durch gleichzeitige Bildung mehrerer freier Zellen, ob durch wiederholte Zweitheilung einer einzigen Mutterzelle entstanden, vertheilen sich auf wohl umgrenzte Gruppen von Familien. Durch fortgesetzte Theilung einer einzigen Zelle entstehendes Endosperm besitzen die Aristolochiaceen, Asarineen, Santalaceen, Loranthaceen, Viscaceen und Balanophoreen; — die Orobancheen, Scrophularineen, Bignoniaceen, Acanthaceen, Hydrophylleen, Labiaten, Verbenaceen, Selagineen, Globulariaceen, Lentibulariaceen, Plantagineen und Gesnerieen; — die Campanulaceen, Loasaceen und Bartonieen; — die Ericaceen, Epacrideen, Pyrolaceen und Droseraceen. Das Endosperm aller anderen untersuchten Familien bildet sich durch freie Zellbildung. Dieses Kennzeichen entfernt weit die Borragineen von den Labiaten, die Solanaceen von den Scrophularineen, die Gentianeen von den Orobancheen, die Loaseen von den Passifloreen, und spricht für die nahe Verwandtschaft der Ericaceen und Epacrideen, der Pyrolaceen und Droseraceen unter sich und mit der Abtheilung der Gamopetalen, deren Endosperm gleichfalls durch Theilung entsteht.

Die Familien mit durch freie Zellbildung entstandenem Endo-

sperm lassen darnach sich ordnen, dass dasselbe entweder sehr früh schon, vor oder während der ersten Theilung des befruchteten Keimbläschens, jedenfalls vor Anlegung des Embryokügelchens, den Embryosack ausfüllt, oder später. Der Umstand, ob in letzterem Falle die freien Zellen sich zu einem geschlossenen Gewebe vereinigen oder nicht, ist eine Erscheinung, die in Gattungen der nämlichen Familie (Leguminosen z. B.), ja selbst an Individuen der nämlichen Art (Prunus, Cerasus Avium) sich veränderlich erweist. Die Familien der ersteren Gruppe sind im Allgemeinen die mit reichlicher Endospermbildung; es gehören zu ihr die Ranunculaceen, Nymphaeaceen, Nelumboneen, Ceratophylleen, Berberideen, Fumariaceen, Cucurbitaceen, Umbelliferen, Caprifoliaceen, Rubiaceen, Synanthereen, Dipsaceen, Apocyneen, Asclepiadeen, Gentianeen, Solanaceen, Convolvulaceen, Juncagineen, Aroideen, Palmen, Commelyneen, Gramineen, Cyperaceen, Juncaceen, Liliaceen, Melanthaceen, Amaryllideen, Smilaceen, Irideen, Pontederiaceen.

Die Abwesenheit von Endosperm in reifem Saamen beruht nur auf der Verlangsamung oder Beschleunigung der Entwickelung des Embryo, und kann ebensowenig allein entscheidend sein für die Verwandtschaft einer Familie als die grössere oder geringere Ausbildung der Cotyledonen und der Plumula der Keimpflanze. Die Entwickelungsgeschichte zeigt in früheren Zuständen ein reichliches Endosperm bei Nelumbium und Ceratophyllum, übereinstimmend mit Nymphaea und Nuphar, bei Lepidoceras übereinstimmend mit Loranthus, bei Labiaten übereinstimmend mit Scrophularineen, bei Symplocarpus übereinstimmend mit Anthurium.

Eine Anzahl Familien oder Gattungen können als endospermlose bezeichnet werden; bei ihnen gelangt die freie Zellbildung im Embryosack nach der Befruchtung, wenn sie überhaupt eintritt, nicht über die ersten Anfänge hinaus, über die Bildung sehr weniger freier Zellenkerne oder Zellen, die in kürzester Zeit wieder verschwinden. Soweit die Beobachtungen reichen sind es folgende: Tropaeolum, Trapa, Najas, Zostera, Ruppia, Canna, Orchideen.

Erklärung der Figuren.

(Vergrösserung 250, wo nicht anders bemerkt.)

Taf. VII.

Fig. 1—6. Crocus vernus.

Fig. 1. Scheitelregion des frei gelegten Embryosacks aus einem durch zwei der Längsachse parallele Schnitte geöffneten Eichen, Anfangs December, nach Behandlung mit sehr verdünnter Chlorcalciumlösung. Der Inhalt der Keimbläschen hat von den bereits festen Zellwänden etwas sich zurückgezogen.

Fig. 2. Der Eikern eines Eichens, Mitte Januar, von aussen gesehen. Die Scheitelgegend des Embryosacks ist aus der umhüllenden Zellschicht hervorgetreten; dieser Theil ist von den zwei oberen Keimbläschen ausgefüllt. Vgr. 60.

Fig. 2b. Der obere Theil desselben Eikerns im Längsschnitt. Unterhalb jener zwei Keimbläschen bemerkt man das dritte, zur Befruchtung bestimmte.

Fig. 3. Eikern im Längsschnitt, Anfangs März. Vgr. 100.

Fig. 4, Scheitelgegend eines frei gelegten Embryosacks, Anfangs März. Das obere Keimbläschen füllt zur Hälfte die scheitelständige Ausstülpung des Embryosacks. Der Inhalt der Keimbläschen hat auf Einwirkung verdünnter Chlorcalciumlösung sich contrahirt.

Fig. 5. Spitze eines Embryosacks mit anhängendem Pollenschlauchstück, 24 Stunden nach Bestäubung der Narbe frei gelegt.

Fig. 6. Aehnliches Präparat 36 Stunden nach der Bestäubung.

Fig. 6b. Ende eines anderen vom Embryosack abgelösten Pollenschlauches. 500 Mal vergrössert.

Fig. 7—10. Bulbocodium ruthenicum.

Fig. 7. Unbefruchtetes Ei im Längsschnitt. Vgr. 20.

Fig. 7a. Der Embryosack nebst Kernwarze desselben, frei gelegt.

Fig. 8. Embryosack mit Kernwarze und anhaftendem Pollenschlauchende, 24 Stunden nach dem Stäuben der Antheren frei präparirt.

Fig. 9 u. 10. Obere Theile ähnlicher Präparate; **Fig. 9.** 4 Tage, **Fig. 10.** 24 Stunden nach dem Stäuben des Pollens.

Fig. 11—13. Najas major.

Fig. 11. Schlauchtreibendes Pollenkorn, einer vor Kurzem aufgesprungenen Anthere entnommen.

Fig. 12. Kern eines unbefruchteten Eies im Längsschnitt.

Fig. 13. Kernwarze und Gipfel des Embryosacks bald nach Antritt des Pollenschlauchs.

Taf. VIII.

Fig. 1—5. Frei präparirter Embryosack der Lathraea squamaria; **Fig. 1.** unbefruchtet (aus einer Knospe mit geschlossener Corolle und Antheren); **Fig. 2—5.** befruchtet, auf verschiedenen Stufen der Entwickelung.

Fig. 6—9. Pedicularis sylvatica.

Fig. 6. Oberer Theil eines unbefruchteten Embryosacks, frei präparirt.

Fig. 7. Eikern mit Embryosack, bald nach Antritt des Pollenschlauches frei präparirt. Endosperm zweizellig.

Fig. 8. Oberer Theil eines vor Kurzem befruchteten Embryosacks mit anhängendem Pollenschlauchende, frei gelegt.

Fig. 9. Aehnliches Präparat: das Ende des Schlauches hat von der Aussenwand des Sacks ohne Verletzung sich getrennt.

Taf. IX.

Fig. 1 u. 2. Taxus baccata: untere Enden von Pollenschläuchen nebst Theilen des längs durchschnittenen Eiweisskörpers; Fig. 8. kurz vor der Befruchtung, bei noch unversehrter Deckelrosette des Corpusculum; Fig. 9. (wo zwei durch den Schnitt geöffnete Pollenschläuche vorhanden sind) bald nach derselben. Bei beiden Präparaten sind die Pollenschläuche eine kurze Strecke vom Eiweisskörper weggezogen; an dem Pollenschlauche links der Fig. 9 ist dadurch eine Zerreissung der äussersten Spitze bewirkt worden.

Fig. 3—6. Pinus Larix.

Fig. 3. Pollenschlauchende, aus dem eben befruchteten Corpusculum hervorgezogen.

Fig. 3b. Dasselbe Object, nachdem seine Spitze und die ihr anhängende Zelle ausgestülpt ward.

Fig. 4. Pollenschlauchspitze und Theil der ihr anhängenden Zelle in 400-facher Vgr.

Fig. 5 u. 6. Eben befruchtete Corpuscula im Längsschnitt. Vgr. 150.

Taf. X.

Fig. 1—5. Cynomorium coccineum.

Fig. 1. Männliche Blüthe; 1b Filament der Anthere und sie umhüllendes Blatt quer durchschnitten; 1c Anthere von unten und oben gesehen. Vgr. 4.

Fig. 2. Weibliche Blüthe im Längsschnitt. Vgr. 50.

Fig. 3. Embryosack eines vor Kurzem befruchteten Eies, frei gelegt.

Fig. 4. Frei gelegter Gipfel eines weiter entwickelten Embryosacks.

Fig. 5. Schnitt durch vom Endosperm erfüllten Embryosack und einen Theil des Eikerns eines unreifen Saamens.

Fig. 6. Unbefruchtete weibliche Blüthe der Balanophora polyandra, durch einen Längsschnitt geöffnet. Die Spitze des Griffels ist in der Zeichnung weggelassen, wie auch in den folgenden Figuren.

Fig. 7 u. 8. Eben solche Präparate kurz nach der Befruchtung.

Fig. 9. Hälfte eines längs durchschnittenen Fruchtknotens von Balanophora polyandra von innen gesehen. Der Stylus ist durch den Schnitt entfernt.

Fig. 10. Theil eines Längsschnitts aus dem weiblichen Blüthenstande der Balanophora fungosa. Vgr. 30.

Fig. 11. Weibliche Blüthe derselben Art, kurz nach der Befruchtung im Längsschnitt.

Fig. 12. Längsschnitt durch ein Germen der Balanophora dioica, der Saamenreife sehr nahe. Der Embryoträger ist vom Schnitt nicht getroffen.

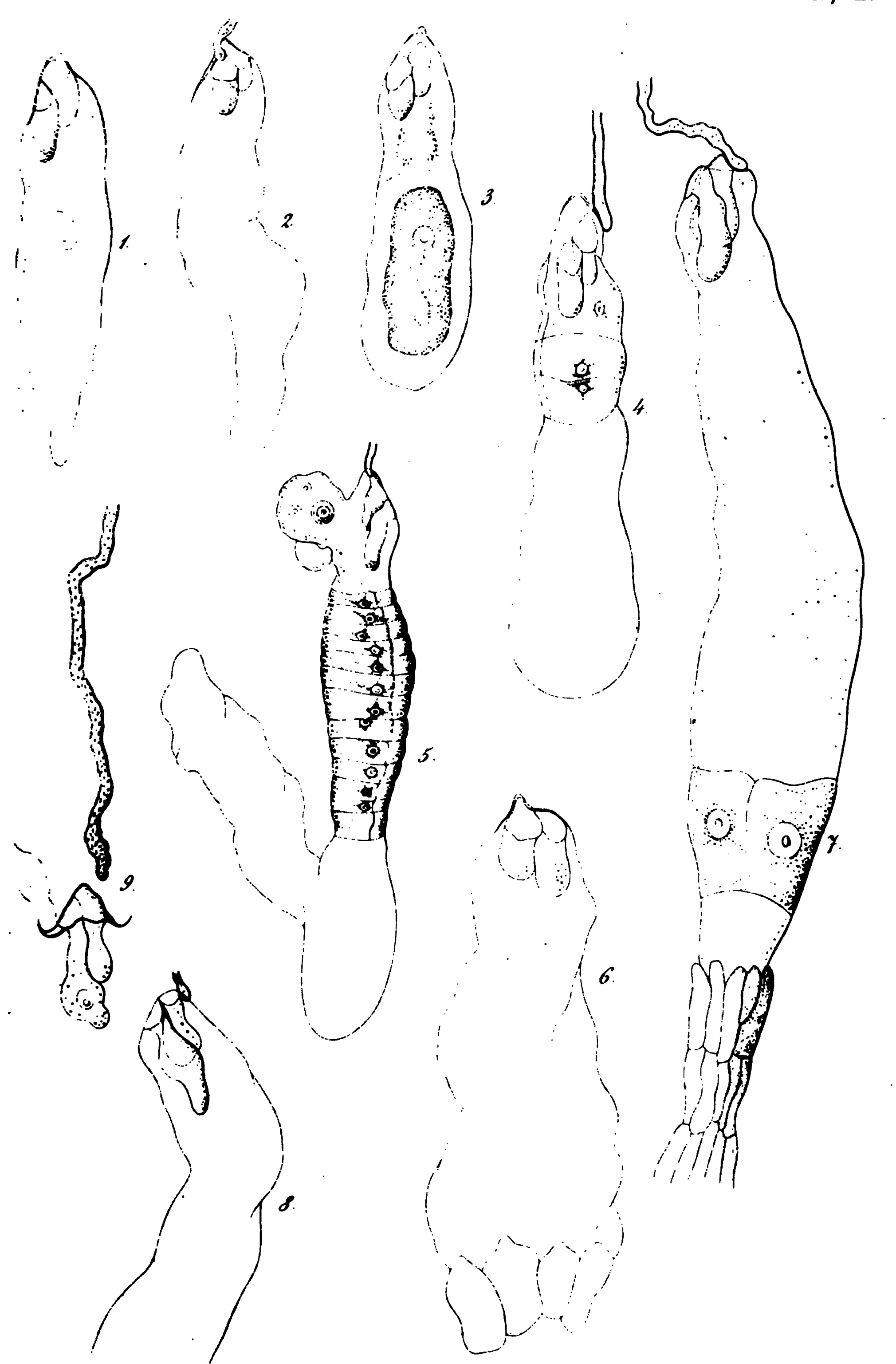
Fig. 12b. Theil der Fruchtknotenwand desselben Präparats, stärker vergr.

Fig. 13. Zellennetz des längs durchschnittenen Eiweisskörpers eines Germen gleicher Entwickelung. Der Lauf des Embryoträgers ist kenntlich.


Taf. VIII.
2.
2b
3.
1.
4.
5.
6.
6b.
11.
7a
12.
13.
8.
10.
9
7.
W Hofmeister gez.
C F Schmidt lith.



Taf. VIII.



W. Hofmeister gez. C. F. Schmidt lith.



Ueber das Austreten der Sporen von Sphaeria Scirpi aus ihren Schläuchen

von

N. Pringsheim.

Es ist bekannt, dass auch die Sphaerien in derselben Weise wie viele andere Pilze ihre Sporen mit einer gewissen Gewalt und stossweise ausstreuen. Die Ursache dieser Erscheinung ist aber bisher gänzlich unbekannt geblieben.

Tulasne *) wies durch einen einfachen Versuch nach, dass dieselbe Erscheinung, wenn auch in bedeutend geringerem Grade, auch bei dem Austreten der Sporen aus dem Fruchtkörper der Flechten eintrete. Nach ihm soll ihre Ursache darin zu suchen sein, dass Fruchtkörper und Thallus der Flechte sich in entgegengesetzter Richtung zusammenziehen und dadurch einen Druck auf die Sporen ausüben. Scheint aber der Umstand, dass die Pilze, welche ihre Sporen in Schläuchen bilden, sich in dieser Beziehung den Flechten gleich verhalten, nicht vielmehr darauf hinzudeuten, dass die Ursache dieser Erscheinung vielleicht eher in einer Zusammenziehung der Schläuche selbst und daher in den Vorgängen zu suchen sei, welche unmittelbar beim Austreten der Sporen aus ihren Schläuchen stattfinden? Diese Vermuthung drängte sich mir wenigstens bei der Beobachtung einer Erscheinung auf, die ich bei dem Austreten der Sporen aus den Schläuchen einer Sphaeria unter dem Mikroskop wahrgenommen habe. Obgleich dieselbe noch als eine ganz vereinzelte Thatsache dasteht, scheint sie mir dennoch, auch ganz abgesehen von dem möglichen Zusammenhange mit dem besprochenen Vorgange des gewaltsamen Austretens der Pilz- und Flechten-Sporen, schon deshalb der Veröffentlichung werth, weil ja bisher überhaupt noch gar nichts Sicheres darüber bekannt geworden ist, wie die Sporen der Pilze und Flechten aus ihren Schläuchen hervortreten. Wenigstens habe ich in den Lehrbüchern und Monographien, die ich deshalb befragte, nur sehr vereinzelte und meist zweifelhafte Andeutungen hierüber auffinden können.

*) Mémoire sur les Lichens. Ann. d. sc. nat. Bot. 3e sér. t. XVII (1852) p. 69—71.

Die Ansicht, dass die Membran der Schläuche resorbirt würde oder in unregelmässiger Weise zerreisse, welche Buhse[1]) für die Flechten vertritt, scheint am meisten verbreitet gewesen zu sein, ohne dass jedoch directe Beobachtungen hierüber vorlagen. Anderseits sieht es Phöbus[2]) bei Leotia lubrica für das Wahrscheinlichste an, dass die Sporen am unteren, dünneren Ende der Schläuche hervortreten, und dasselbe will sogar Desmazières[3]) bei Lophium elatum direct beobachtet haben. Dagegen behauptet Tulasne[4]), sich an Peltidea horizontalis, Pertusaria communis und einigen anderen Flechten überzeugt zu haben, dass die Sporen durch eine Oeffnung an der Spitze der Schläuche entweichen. Eine Behauptung, die offenbar weit natürlicher scheint als die nur durch die zweifelhafte Beobachtung von Desmazières unterstützte Annahme von Phöbus. Dass das Austreten der Sporen unter Erscheinungen stattfinde, welche eine Betheiligung des Schlauches an dem Auswerfen der Sporen verrathen, darüber findet sich endlich nirgends eine Angabe; allein dies gerade erregte bei dem im Nachfolgenden beschriebenen Vorgange meine grössere Aufmerksamkeit, dass in ihm sich die unmittelbare Mitwirkung des Schlauches an dem Auswerfen der Sporen darthut.

Ich habe meine Beobachtung an Sphaeria Scirpi gemacht, welche sich im Frühjahr in grosser Anzahl auf den halb verfaulten, vorjährigen Stengeln von Scirpus lacustris, soweit diese unter Wasser stehen, vorfindet. Sie bilden dem Gewebe des Stengels eingesenkte, an seiner Oberfläche mit einer Mündung sich öffnende, kleine schwarze Kugeln, deren innere Höhlung, abgesehen von anderen Organen, welche dem Gegenstande dieses Aufsatzes fremd sind, in der bekannten Weise mit zahlreichen Schläuchen besetzt ist. Betrachtet man einen Schlauch dieser Sphaeria im Zustande völliger Reife, so stellt er (XXIV A. 1) einen nach unten in einen Stiel sich verjüngenden Sack vor, dessen deutlich mit zwei Contouren gezeichnete Membran ziemlich dünn ist, und dessen Lumen fast völlig von den acht reifen, mehrzelligen Sporen erfüllt ist. An solchen Schläuchen kann man unter dem Mikroskop leicht die Art, wie die Sporen frei werden, beobachten. Der Schlauch reisst nämlich plötzlich an seiner Spitze, und es tritt unter dem Auge des Beobachters ein zweiter Schlauch hervor, der in wenigen Secunden bis etwa zum Dreifachen der Länge des ursprünglichen Schlauches heranwächst (XXIV A. 2) und mit seinem unteren Theile noch in dem ursprünglichen Schlauche steckt, dessen Membran an der Stelle, wo der neue Schlauch aus ihm hervortritt, unregelmässig gefaltet

---

1) Ueber den Fruchtkörper der Flechten. Bullet. de la société impériale des naturalistes de Moscou 1846. No. IV.

2) Keimkörner-Apparat der Agaricinen und Helvellaceen in Nova Acta. Vol. XIX p. 236.

3) Neuvième notice sur quelques plantes cryptogames etc. Ann. d. sc. nat. Bot. 2e sér. t. XVII (1842) p. 114—115.

4) A. a. O. S. 71.

und zurückgeschlagen erscheint. Der neue Schlauch wird offenbar nur von den inneren, mit überraschender Schnelle hervorwachsenden Schichten der Membran des ursprünglichen Schlauches gebildet. Die acht Sporen bleiben aber nicht in dem unteren Theile des neuen Schlauches liegen, sondern sammeln sich, sowie derselbe hervortritt, in dessen oberen Theile an, so zwar, dass die oberste Spore mit ihrem vorderen, etwas vorgezogenen Ende die Spitze des Schlauches an seiner inneren Seite berührt. Kurz darauf erblickt man die oberste Spore in eine an der Spitze des Schlauches sich bildende Oeffnung hineingedrückt (XXIV A. 3a) und bald darauf mit grosser Gewalt durch dieselbe herausgeschleudert. Sobald dies geschehen ist, verkürzt sich der Schlauch um ein Geringes — etwa um die halbe Länge einer Spore — so dass nun die zweite Spore die Spitze des Schlauches berührt und in dessen Oeffnung hineingedrückt wird. Indem nun diese die Oeffnung verstopft, verlängert sich der Schlauch wiederum bis auf seine ursprüngliche Länge, und die in der Oeffnung steckende zweite Spore wird sodann mit gleicher Gewalt, wie die erste, herausgeschleudert. Jetzt verkürzt sich der Schlauch wiederum etwas, es tritt die dritte Spore in die Oeffnung, und diese wird unter denselben Erscheinungen, wie die beiden ersten, herausgeworfen. So folgen die verschiedenen Stadien dieses Vorganges: das Herausschleudern der in der Oeffnung steckenden Spore; die Verkürzung des Schlauches; das Eintreten einer neuen Spore in die Oeffnung; die Verlängerung des Schlauches und das Auswerfen der Spore, so lange regelmässig und abwechselnd aufeinander, bis sämmtliche acht Sporen aus dem Schlauche herausgeworfen sind. Der entleerte Schlauch verkürzt sich nun in wenigen Secunden etwa um ein Drittheil seiner ganzen Länge, und zugleich erleidet seine Membran eine bedeutende, bleibende Aufquellung. In diesem Zustande (XXIV A. 4) verharrt der Schlauch später, ohne sich weiter zu verändern.

Der ganze Vorgang dauert, wenn keine Störung eintritt, nur sehr kurze Zeit, kaum wenige Minuten.

Die Gewalt, mit welcher die Sporen aus dem Schlauche herausgeschleudert werden, ist so gross, dass sie bei der mikroskopischen Beobachtung, selbst unter dem Drucke eines Deckglases, oft weit bis über das Gesichtsfeld hinausgeworfen werden. An den ausgetretenen Sporen bemerkt man sogleich nach ihrem Austritte eine sich von ihnen abhebende, kahnförmige, nach beiden Seiten zugespitzte Membran, welche die Sporen ganz einhüllt, und deren Spitzen sich oft wie ein umgestülpter Handschuhfinger zurückschlagen (XXIV A. 3b—h). Die Sporen dieser Sphaeria keimen leicht und schnell (XXIV A. 5), indem zunächst aus ihren Endzellen und den diesen benachbarten Seitenzellen Keimschläuche hervorwachsen, welche zu langen, hin und wieder auch gegliederten Fäden werden, die, wo sie aufeinander stossen, unter Resorption der Membran miteinander verschmelzen und so wahre Anastomosen darstellen, wie dies bei keimenden Pilzfäden so häufig der Fall ist. Ich habe an

denselben niemals die Entstehung secundärer Sporen beobachten können.

Vergegenwärtigen wir uns nun die Erscheinungen, welche hier beim Auswerfen der Sporen aus den Schläuchen stattfinden, so scheint das Ausstossen der Sporen in Folge eines Druckes einzutreten, welchen die Inhaltsflüssigkeit des Schlauches auf die in Spannung gehaltene, elastische Membran ausübt. — Eine rasche Aufnahme von Flüssigkeit scheint nämlich die erste starke Ausdehnung der Schlauch-Membran, die hierdurch in Spannung geräth, zu bedingen. Wenn dann in Folge des hierbei eintretenden Druckes die erste Spore durch die Oeffnung des Schlauches mit Gewalt hindurch gepresst wird, und hierbei zugleich etwas Flüssigkeit ausgestossen wird, so kann nun, wie es wirklich der Fall ist, der Schlauch sich wieder etwas verkürzen; muss aber sogleich, sobald die zweite Spore die Oeffnung wieder schliesst, durch neue Flüssigkeitsaufnahme sich wieder verlängern, bis seine Membran von neuem die frühere Spannung erreicht hat, vermöge welcher nun die zweite Spore mit derselben Kraft, wie die erste, ausgestossen wird. Wenn durch öftere Wiederholung dieses Vorganges sämmtliche Sporen ausgeworfen sind, dann kann der nun entleerte und an seiner Spitze geöffnete Schlauch sich bis zu der dem Elasticitätszustande seiner Membran zukommenden Länge verkürzen. Ob hierbei auch das gallertartige Aufquellen der Membran von Einfluss ist, bleibt noch zu untersuchen, und ob ferner ein gleicher oder ähnlicher Vorgang bei anderen Pilzen oder Flechten eintritt, und ob die eintretende Spannung genügt, das bekannte stossartige Ausstreuen der Pilz- und Flechten-Sporen zu erklären, dies zu entscheiden, muss späteren, vergleichenden Untersuchungen vorbehalten bleiben. —

Erklärung der Figuren.

Taf. XXIV A.

(Alle Figuren sind 350fach vergrössert.)

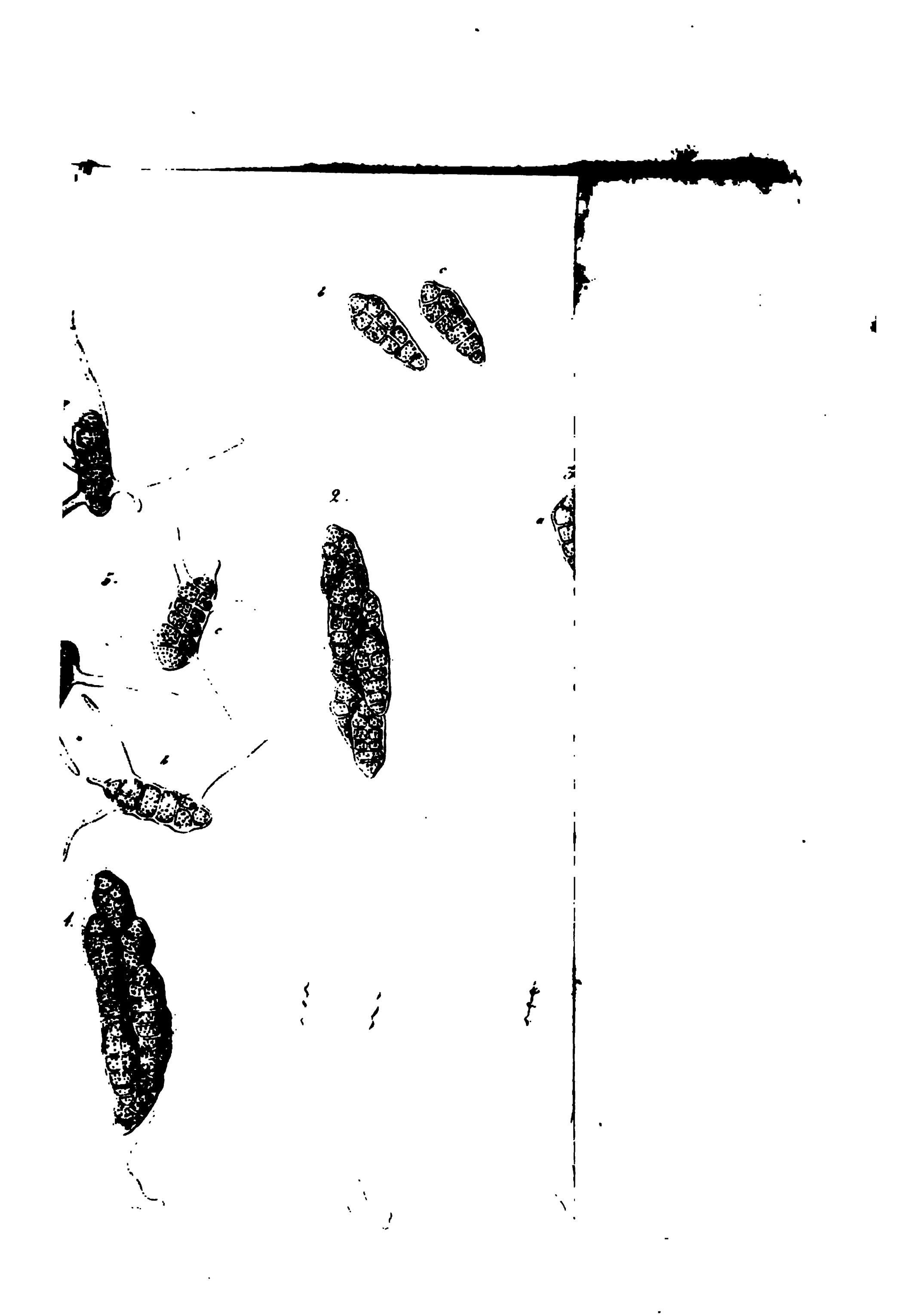
Fig. 1. Ein reifer Schlauch von Sphaeria Scirpi mit seinen acht Sporen, vor dem Platzen der Membran. Die Sporen haben eine oliven-braune Farbe.

Fig. 2. Derselbe, nachdem der zweite, innere Schlauch hervorgetreten ist.

Fig. 3. Derselbe, in dessen Oeffnung eine Spore (a) steckt, die eben herausgeworfen werden wird; b bis h sind die ausgeworfenen Sporen.

Fig. 4. Der entleerte Schlauch.

Fig. 5. Die Sporen keimend.



denselben niemals die Entstehung secundärer Sporen beobachten können.

Vergegenwärtigen wir uns nun die Erscheinungen, welche hier beim Auswerfen der Sporen aus den Schläuchen stattfinden, so scheint das Ausstossen der Sporen in Folge eines Druckes einzutreten, welchen die Inhaltsflüssigkeit des Schlauches auf die in

Ueber Pflanzen-Befruchtung

von

Dr. **Hermann Schacht.**

Wenn man von einem jahrelang gehegten und mit aller Kraft der Ueberzeugung vertheidigten Irrthum endlich durch eigene Forschung frei wird, so tritt schon ganz von selbst der Wunsch, die Ursachen der bisherigen Täuschung kennen zu lernen, lebhaft hervor. Diesem Wunsche begegnet aber auch die Pflicht des Forschers, dem es Ernst mit der Wissenschaft ist, weil die Erscheinungen, welche ihn bisher irre leiteten, jetzt eine andere Erklärung verlangen und somit zur weiteren Förderung der Frage selbst beitragen müssen. Ich gebe deshalb in diesem Aufsatze, der sich an die im Monatsbericht der Berliner Academie vom 22. Mai 1856 mitgetheilten Untersuchungen über die Befruchtung von Gladiolus segetum anreiht, meine weiteren Wahrnehmungen über die Entstehung des Pflanzenkeims, indem ich hoffen darf, dass selbige nicht allein für die Wissenschaft von einigem Interesse sein, sondern auch meine frühere, wenngleich irrige Deutung als damals für mich nothwendig rechtfertigen werden.

Watsonia. (Taf. XI Fig. 1—7.)

Drei, nicht ganz sicher bestimmte Arten der Watsonia, welche in den Gärten zu Funchal gezogen werden, verhalten sich für die Untersuchung der Befruchtung nahebei gleich, jedoch mit dem Unterschied, dass bei der Einen mehr Samenknospen als bei der Anderen befruchtet werden. Am sichersten darf man bei Allen

auf die Befruchtung der obersten Samenknospen eines Fruchtknotens rechnen. Diese Watsonia-Arten blühen im Mai; Anfang Juni sind sie schon meistens verblüht.

Der Pollen ist wie bei Gladiolus gebaut, seine Schläuche kommen in wenig Tagen bis zu den Samenknospen hinab. Wenn man nun den Fruchtknoten, bevor sich die Blüthe öffnet, untersucht, so ragen aus dem Knospenmund jeder Samenknospe zwei, an ihrem freien Ende abgerundete und vollkommen geschlossene Schläuche, mehr oder weniger weit ($\frac{9-36}{400}$ Millimètre), hervor (XI. 1 u. 2). Dieselben sind mit einem dunkelen faserig-körnigen Inhalt erfüllt, in welchem eine ganz bestimmte Anordnung scheinbarer, vom Umkreis abwärts zur Mitte verlaufender, sehr zarter Fäden unverkennbar ist (XI. 3). Ein gelungener Längsschnitt aus der Mitte der Samenknospe zeigt darauf, dass diese beiden Schläuche als kugelige, äusserst zarte Bläschen in der Spitze des Embryosacks endigen (XI. 2). Aber nur selten gelingt es, dieselben als Bläschen zu sehen, weil sie in der Regel schon während des Präparirens zusammenfallen und dann nur als formlose Körnermassen erscheinen. Aus demselben Grunde gelingt es auch niemals, sie um diese Zeit als Bläschen zu isoliren, obschon der obere schlauchförmige Theil derselben nicht selten unversehrt von mir freigelegt wurde. Diese Körperchen nun sind die Keimkörperchen oder Keimbläschen. Nur ihr blasenartig angeschwollener Theil liegt im Embryosack, der viel längere schlauchförmige Theil ragt dagegen frei über ihn hervor und misst bis zum Embryosack $\frac{100-180}{400}$ Millimètre. Die blasenartige Anschwellung hat keine feste Membran, sie fällt deshalb sehr bald im Wasser des Objectträgers zusammen; ein klarer Saft mit wenig körnigen Stoffen und noch seltener mit Andeutungen eines Zellkerns bilden ihren Inhalt. Der schlauchförmige Theil der Keimkörperchen dagegen ist fester Natur und bis zur Anschwellung herab, demnach so weit als er ausserhalb des Embryosacks liegt, mit dem schon erwähnten körnig-fadenförmigen Inhalt erfüllt. Der letztere zieht sich durch Salzlösungen (Chlorcalium) nicht, wie das Protoplasma im Allgemeinen, unregelmässig zusammen, er behält vielmehr seine faserige Structur, auch wird die Anordnung der scheinbaren Fäden dadurch nicht verändert, wobei sich nur selten eine dieselben umgrenzende Membran deutlich abhebt. Jod färbt den Inhalt dieses schlauchförmigen Theiles hochgelb; Jod und Schwefelsäure geben seiner Masse eine hellblaue Färbung, in der die dunkelen körnigen Streifen zwischen

den jetzt blau gefärbten, helleren Fäden braun gefärbt erscheinen. Beim Zerreissen dieser Schläuche oder beim Zerdrücken derselben unter dem Compressorium lassen sich nicht, wie bei Gladiolus, wirkliche Fäden isoliren, und doch muss der Inhalt derselben jenen Fäden entsprechen; eine Bewegung habe ich auch hier niemals wahrgenommen.

Untersucht man darauf den Fruchtknoten der bestäubten Blüthe bald nachdem die letztere abgefallen ist, so findet man einzelne Samenknospen mehr angeschwollen; nur diese sind befruchtet; aus ihrem Knospenmund sieht in der Regel noch ein langer, derber Pollenschlauch hervor (XI. 4), und neben ihm erscheinen alsdann wie vorhin die geschlossenen Enden der schlauchförmigen Theile der beiden Keimkörperchen, deren blasenförmiges, im Embryosack gelegenes Ende nunmehr in der Regel schon eine feste Membran erhalten hat, die sowohl durch Wasser als durch Salzlösungen (Zuckerwasser, Chlorcalciumlösung) nicht mehr verschwindet. Nicht selten gelang es mir jetzt, die beiden Keimkörperchen sammt dem Pollenschlauche unversehrt freizulegen. Es zeigte sich alsdann, dass der letztere zwischen ihnen bis zum Embryosack hinabgestiegen und dort in der Regel, wie bei Gladiolus, etwas angeschwollen war, auch seine Wand hier stärker verdickt hatte (XI. 4 u. 5). Ein wirkliches Eindringen des Pollenschlauches in den Embryosack habe ich dagegen, in Uebereinstimmung mit Gladiolus, auch hier nicht wahrnehmen können; dasselbe erscheint auch theoretisch durchaus überflüssig, weil der Pollenschlauch bei beiden Pflanzen mit dem frei über dem Embryosack hervorragenden Theile der Keimkörperchen in unmittelbare Berührung tritt. Diese Berührung ist bei Watsonia wieder eine sehr innige, und sie erfolgt längs des ganzen Verlaufs, den der Pollenschlauch im engen Knospenmunde nimmt; der schlauchförmige Theil beider Keimkörperchen haftet auch sehr fest an ihm, ist aber dennoch nicht mit ihm wirklich verwachsen, weil es bisweilen gelingt, das eine oder andere der durch ihn befruchteten Keimkörperchen ohne sichtbare Verletzung von ihm zu entfernen (XI. 6). Eine Oeffnung im Pollenschlauche habe ich hier durchaus nicht wahrnehmen können; auch enthält derselbe in diesem Zustand nur selten noch körnige Stoffe, die, vordem er an den Knospenmund tritt und mit den Keimkörperchen in Berührung kommt, reichlich in ihm vorhanden sind.

Nach geschehener Befruchtung verschwindet nun ganz allmälig der körnig-faserige Inhalt des schlauchförmigen Theils der beiden

Keimkörperchen, ja dieser Theil selbst sinkt zusammen und wird darauf allmälig unkenntlich. Nur das geschlossene Ende desselben, welches aus dem Knospenmunde hervorsehend mit dem Pollenschlauche nicht in directe Berührung trat, bewahrt noch für längere Zeit seine frühere Gestalt und seinen körnigen, aber jetzt structurlosen Inhalt.

Wie bei Gladiolus segetum werden auch hier beide Keimkörperchen befruchtet, beide erhalten deshalb eine feste Membran; aber wie dort bildet sich auch hier wieder nur das Eine weiter aus, während das Andere verkümmert. In demjenigen Keimkörperchen, welches sich weiter entwickelt, entsteht auch hier zuerst ein Zellkern und bald darauf über demselben eine wagerechte Scheidewand (XI. 4 u. 5). Die so im unteren Theil der sich ausbildenden Kugel entstandene Zelle entwickelt sich nun durch wiederholte, jedoch, wie es scheint, nicht ganz regelmässige Theilung allgemach zum Embryo heran, während der über ihr gelegene Theil derselben Kugel zum Träger des Keims wird und ihn mit der Membran des Embryosacks verbindet (XI. 7). Nur wenig später liegt der junge Keim in einem dichten, kleinzelligen Sameneiweiss, das sich vom Rande des Embryosacks aus durch freie Zellenbildung entwickelt hat.

Bisweilen steigen auch bei Watsonia zwei Pollenschläuche in den Knospenmund und gelangen mit einander bis zum Embryosack, ohne dass der Erfolg darum im Geringsten verändert würde. Niemals sah ich beide Keimkörperchen zur weiteren Ausbildung kommen, immer verkümmerte das eine, obschon beide befruchtet wurden. Ein Pollenschlauch ist demnach auch hier zur Befruchtung zweier Keimkörperchen vollständig ausreichend.

Zea Mays. (Taf. XIII. Fig. 1—12.)

Untersucht man die Samenknospen des Mays zu einer Zeit, wo die oft mehr als fusslangen Narben büschelförmig aus der Blätterhülle des weiblichen Blüthenstands hervortreten, so findet man die unteren Blüthen, denen diese Narben angehören, noch unbefruchtet. Sehr zarte Längsschnitte, welche genau die Mittellamelle der Samenknospe in senkrechter Richtung darstellen, zeigen jetzt den Embryosack als kleines, längliches Säckchen, das an seinem dem Knospenmunde gegenüber liegenden Ende durch ein Häufchen kleiner Zellen gekrönt ist, während das andere Ende

nur noch von einer Zellenreihe der Kernwarze bedeckt wird. Ein wenig später nimmt der Embryosack eine dreieckige Gestalt an (XIII. 1). Im Knospenmundende des Embryosacks nun liegen dicht neben einander zwei bläschenartige Körperchen mit scharfer Umgrenzung, die in der Regel klar, ja bisweilen stark lichtbrechend, nicht selten aber auch mit körnigem Inhalt erfüllt, erscheinen (XIII. 2). Dieselben füllen die Spitze des Embryosacks fast vollständig aus; körniges Protoplasma umgiebt sie und verläuft von ihnen in Strömen sowohl zur Wand als auch durch die Mitte des Embryosacks. Bisweilen ist ein Zellkern in ihnen sichtbar. Aber nur in den ersten Secunden erscheint das Bild, wie ich es hier beschrieben habe, und auch nur dann, wenn der Embryosack von Wasser durchaus unberührt blieb. — Während man ins Mikroskop blickt, sieht man darauf genannte Körperchen im Wasser des Objectträgers vergehen und entweder spurlos oder mit Hinterlassung eines Körnerhaufens verschwinden. Wenn aber der Embsyosack durch den Schnitt irgendwie verletzt ward, so findet man auch anfänglich diese Körper nicht, sondern erblickt statt derselben nur körnige Stoffe. Dass wir es hier wieder mit den Keimkörperchen (Keimbläschen) zu thun haben, liegt auf der Hand.

Versucht man nun den Embryosack freizulegen, um über das Verhalten dieser Keimkörperchen zu ihm, über welches der Längsschnitt für sich durchaus keine Auskunft giebt, etwas Näheres zu erfahren, so gelingt dies nur gar selten, weil die Membran des Embryosacks gerade an der für die Untersuchung wichtigen Stelle, unter dem Knospenmunde, mit den Zellen der Kernwarze aufs festeste verbunden ist und deshalb in der Regel gerade hier abreisst. Einige sehr glückliche Präparate, welche ich gewonnen, zeigen nun zwar die Keimkörperchen selbst nicht mehr, wohl aber findet man in der Spitze des Embryosacks zwei kleine Häufchen der stark Licht brechenden Fäden, die zwar zarter und kürzer als bei Gladiolus, aber dennoch den dort von mir beobachteten Fäden durchaus ähnlich sind und wie dort der Membran des Embryosacks nicht allein fest anhängen, sondern auch frei über sie hinaus zu ragen scheinen. Selbige sind $\frac{9-10}{400}$ Millimetre lang (XIII. 2 u. 3). Wo es mir irgend gelungen, diesen Theil des Embryosacks unversehrt freizulegen, vermisste ich sie niemals. Jod, desgleichen Chlorzinkjodlösung färbten sie gelblich. Einmal glaube ich bei Zea drei Keimkörperchen gesehen zu haben. (?)

Wählt man darauf einen anderen Blüthenstand, der zwischen

den noch vollkommen frischen Narben schon einige verwelkte zeigt und der demnach sowohl unbefruchtete als auch kürzlich befruchtete Samenknospen besitzt, so findet man tiefer herab die letzteren. Ein gelungener Längsschnitt aus der Mitte derselben zeigt nun häufig ganz dasselbe, was ich vorhin beschrieben habe, aber man bemerkt sehr bald, dass nur eines der beiden Keimkörperchen durch die Einwirkung des Wassers verschwindet, das andere dagegen seine vorige Gestalt behält, während der körnige Inhalt sich zusammenzieht, wodurch die zarte, aber feste Membran des befruchteten Keimkörperchens erst recht sichtbar wird. Häufiger noch findet man überhaupt von Anfang an nur ein Keimkörperchen und neben demselben einen gelblich gefärbten Körnerhaufen, als Ueberrest des zweiten; niemals aber sah ich beide Keimkörperchen von einer festen Membran bekleidet, wie dies bei Gladiolus und Watsonia immer der Fall zu sein scheint. Versucht man jetzt den Embryosack freizulegen, so findet man nur gar selten im Knospenmunde einen Pollenschlauch, was theils durch die Zartheit des letzteren, noch mehr aber durch die eigenthümliche Lage des Knospenmundes seine Erklärung findet, indem bei der Herstellung des Präparates der Pollenschlauch meistens schon verloren geht. Wenn man ihn aber, wie es mir drei Mal gelungen, findet, so geht er durch die Zellen der Kernwarze und trifft hier unmittelbar auf die aus den erwähnten Fäden zusammengesetzte Spitze der Keimkörperchen (XIII. 6 u. 10). Nun ist es mir freilich niemals geglückt, den Pollenschlauch im Zusammenhang mit den Keimkörperchen freizulegen, weil es überhaupt nur sehr selten gelingt, die Spitze des Embryosacks zu isoliren; wo aber das letztere ausgeführt wurde, war der Pollenschlauch im Gewebe der Kernwarze zurückgeblieben. Das befruchtete Keimkörperchen ist jetzt mit der Membran des Embryosacks verwachsen; seine Spitze, in der oftmals noch sehr deutlich die Ueberreste jener Fäden als kleine glänzende Kappe bemerkbar sind, ragt in der Regel nur wenig, jedoch immer etwas über die Membran des Embryosacks hervor (XIII. 7 u. 9); auch findet man meistens neben demselben ein gelbes, körniges Häufchen, in welchem ich den Ueberrest des nicht befruchteten Keimkörperchens erblicken muss (XIII. 10 u. 11). Ob nun der Zellkern, den man jetzt im befruchteten Keimkörperchen findet, derselbe ist, welcher schon vor der Befruchtung vorhanden war, lässt sich hier schwer entscheiden; ich vermuthe jedoch der Analogie wegen das Gegentheil. Ebensowenig ist die Zeit, welche

der Pollenschlauch gebraucht, um von der Narbe zur Samenknospe zu gelangen, mit Sicherheit zu ermitteln. Die Entwickelung der Schläuche aber aus den Pollenkörnern erfolgt innerhalb 24 Stunden. Wenn man nämlich am Morgen die noch nicht bestäubten, ganz frischen Narben eines weiblichen Blüthenstandes durch Ausschwenken eines männlichen Blüthenstandes über demselben selbst bestäubt, so sieht man schon mit blossen Augen, wie die einzeln verhältnissmässig grossen Körner an den zierlichen Narbenzweigen hängen bleiben und findet 24 Stunden später reichlich Pollenschläuche, welche, durch die Narbenzellen ernährt, in der langen Narbe hinabsteigen. Die Schläuche sind zart und mit feinkörnigen Stoffen erfüllt.

Fast gleichzeitig mit der Zellenbildung im befruchteten Keimkörperchen entsteht darauf im ganzen Umkreis des Embryosacks, durch freie Zellenbildung, Endosperm, das bald den ganzen sich von nun ab schnell vergrössernden Keimsack erfüllt. Der Zellenhaufen (z), welcher die dem Knospenmunde gegenüber liegende Spitze des Embryosacks krönte und welcher den beiden am nämlichen Orte gelegenen Zellen bei Gladiolus entspricht, entwickelt sich auch hier nicht weiter. Das befruchtete Keimkörperchen wächst derweil zum Keim heran, indem sich der obere, den Embryo bildende Theil mit vielen kleinen Zellen füllt, während der untere, den Embryoträger darstellende Theil zuletzt in eine einzige Zellenreihe ausläuft, deren Endzelle wieder, und oftmals ziemlich weit, aus dem jetzt mit Endosperm erfüllten Embryosack hervorsieht.

Das Hervorragen dieser Spitze über die Membran des Keimsacks täuschte mich vormals, denn ich glaubte mit Schleiden in ihm einen Beweis für die Entstehung des Keimes aus dem eingedrungenen Pollenschlauche zu finden, anderentheils übersah ich die Keimkörperchen vor der Befruchtung wegen ihrer schnellen Vergänglichkeit und fand statt ihrer nur körnige Anhäufungen. Dass ich aber den Pollenschlauch in der Kernwarze und das befruchtete Keimkörperchen im Embryosack für zu einander gehörig hielt, ist sehr erklärlich, weil ohne ein Freilegen hier eine Sonderung beider durchaus nicht zu unterscheiden ist.

Wenn nun auch Zea für die Befruchtungsfrage wenig geeignet ist, weil man bei ihr über das Verhalten des Pollenschlauches zu den Keimkörperchen nicht recht ins Klare kommt, so ist es doch wiederum interessant, in ihr eine Pflanze zu finden, wo bei ähnlich gebauten Keimkörperchen als bei Gladiolus immer nur Eines der-

selben befruchtet wird, während dort und ebenso bei Watsonia beide durch die Befruchtung eine Membran erhalten. Auch bei Zea dringt der Pollenschlauch sicher nicht in den Embryosack.

Der Mays blühete um Funchal im Juli; er gedeiht auf der ganzen Insel vortrefflich und wird im Norden Madeira's oftmals bis 12 Fuss hoch. Er wird hier statt des Hafers den Pferden gefüttert, aber auch von den Menschen als Speise sehr geschätzt.

Canna. (Taf. XII. Fig. 1—11.)

Während in Deutschland die verschiedenen Canna-Arten im Spätsommer blühen, findet man sie auf Madeira fast das ganze Jahr hindurch in Blüthe und zugleich mit reifem Samen. Einige Arten wachsen verwildert an den Zäunen.

Kurz vor dem Aufblühen zeigen die Samenknospen in der Spitze des Embryosacks zwei bläschenartige Säckchen, in denen bisweilen ein Zellkern wahrzunehmen ist, häufiger dagegen findet man sie nicht, weil sie bereits während der Präparation vergangen sind; in allen Fällen aber, wo man sie findet, sind sie sehr zart und verschwinden schon in kürzester Zeit durch das Wasser des Objectträgers. Wenn ein rascher, sehr glücklicher Schnitt sie im frischesten Zustande zeigt, so erscheinen sie wasserklar mit einer körnigen Protoplasma-Umgrenzung (XII. 2); eine feste Membran fehlt ihnen um diese Zeit immer. Versucht man darauf die Spitze des Embryosacks, den jetzt noch einige Zellen der Kernwarze bedecken, freizulegen, so sind jene Säckchen spurlos verschwunden, und der freigelegte Embryosack zeigt nicht, wie bei Gladiolus, Watsonia und Zea, Theile derselben, welche frei über seine Membran hinausragen. Aber dessenohngeachtet entsprechen diese beiden Säckchen, welche eingeklemmt in der Spitze des Embryosacks liegen, den Keimkörperchen oder Keimbläschen. Ihre Spitze, die nicht über den Embryosack hinausragt, scheint ebensowenig jene fadenförmigen Bildungen, welche ich bei Gladiolus, Watsonia und Zea nachgewiesen habe, zu besitzen, denn ich habe hier weder im unbefruchteten noch im befruchteten Zustand irgend etwas dem Aehnliches finden können; sie scheinen überhaupt nicht wie jene mit der Membran des Embryosacks verbunden zu sein.

Die Schläuche des kugeligen Pollens gelangen noch ehe die Blüthe abfällt, was innerhalb 4 Tagen stattfindet, an den Knospenmund der Samenknospen, ja sie sind häufig schon um diese Zeit

in den Embryosack eingedrungen. Schon auf gelungenen Längsschnitten überzeugt man sich hier leicht, dass der Pollenschlauch wirklich in den Embryosack hineintritt, was auch von Hofmeister und von Radlkofer bestätigt wird. Indem derselbe nun unmittelbar die beiden neben einander liegenden Keimkörperchen berührt, erhalten in der Regel beide eine feste, nicht mehr in Wasser zergehende Membran (XII. 3). Im unteren Theil des Einen Keimkörperchens sammelt sich darauf das Protoplasma, in demselben entsteht ein Zellkern und wenig später über ihm eine wagrechte Scheidewand (XII. 4). Das Keimkörperchen ist nunmehr in zwei Hälften getheilt; die untere kleinere, welche den Zellkern enthält, bildet sich darauf weiter aus, sie liefert sowohl den mehrzelligen Embryoträger als auch den Keim selbst, während die obere Hälfte, welche fest an dem Pollenschlauche liegt, sich nicht weiter verändert und späterhin unkenntlich wird.

Nicht selten gelingt es, den Pollenschlauch mit dem zur Ausbildung gekommenen Keimkörperchen in Verbindung freizulegen. Derselbe erscheint in diesem Fall über der Membran des Embryosacks mit scharf und zwar doppelt contourirter Wandung; an der Eintrittsstelle verengert er sich darauf, um innerhalb des Embryosacks wieder anzuschwellen und sich bisweilen hin und her zu biegen, wobei dieser Theil später eine mehr aufgequollene und darum dickere und zugleich das Licht stärker brechende Wandung besitzt (XII. 3—10). In der Regel ist der Pollenschlauch nach geschehener Befruchtung leer, aber nicht selten enthält er noch einige glänzende Körner, welche durch Jod nicht blau werden und denselben Körnern zu entsprechen scheinen, welche auch im Schlauche vor der Befruchtung gefunden werden. Weder eine Oeffnung noch Samenfäden (Spermatozoen) waren in dem Pollenschlauche nachzuweisen.

Wenn durch die Präparation das dem Pollenschlauche anhängende und durch ihn befruchtete Keimkörperchen verletzt wird, so erscheint der eingedrungene Schlauch in der Weise als ich ihn auf Taf. VII. Fig. 7 u. 8 meiner Preisschrift abgebildet habe. Der in den Embryosack eingetretene Theil misst $\frac{24-26}{400}$ Millimetre. Bisweilen krümmt sich dieser Theil, häufiger dagegen steigt er gerade hinab. Bleibt aber das zur Ausbildung gekommene Keimkörperchen unversehrt, so hängt es in der Regel seitlich am Pollenschlauche (XII. 7—10), so dass man es unter Umständen sehr wohl für einen seitlichen Auswuchs des letzteren halten kann. Derartige

Präparate haben mich denn auch früher getäuscht, was um so leichter möglich war, als schon bei wenig späteren Zuständen der obere Theil des Keimkörperchens, welcher die Verbindung mit dem Pollenschlauche bewirkt, mehr oder weniger unkenntlich wird, so dass die Embryoanlage alsdann wirklich eine directe Fortsetzung desselben zu sein scheint (XII. 11).

Während nun die Verbindung der Keimanlage mit dem Embryosack bei Gladiolus, Zea und Watsonia, wo die Keimkörperchen über dessen Membran hervorragen, durch eine Verwachsung derselben mit dieser Membran bewirkt wird, erfolgt sie bei Canna, wie es scheint, durch den Pollenschlauch, der in den Embryosack eindringt und an seiner Eintrittsstelle mit ihm verwächst, während er sich gleichzeitig mit einer der beiden Keimkörperchen fest verbindet. Dasjenige Keimkörperchen, welches nicht zur Ausbildung kommt, wird auch hier sehr bald unkenntlich, ja es scheint sogar, als ob häufig nur das Eine befruchtet würde, worauf das Andere verschwindet oder als körnige Masse zusammenfällt.

Cheiranthus Cheiri. (Taf. XV. Fig. 1—7.)

Bekanntlich entstehen im Knospenkern der Samenknospe dieser Pflanze, wie Tulasne in seiner trefflichen Arbeit*) nachgewiesen hat, neben einander (ob jedoch immer?) mehrere Embryosäcke von ungleicher Grösse, unter denen nur Einer, und zwar der grösste, befruchtet wird**) (XV. 2).

Die Kleinheit der Samenknospen, welche die Darstellung einer Längslamelle aus ihrer Mitte nicht zulassen, verdeckt leider die inneren Verhältnisse des Embryosacks vor dem Freilegen desselben. Gelingt es aber, diese Embryosäcke vor der Befruchtung unversehrt zu isoliren, so erscheinen sie als lange, zarte, mit hellem Zellsaft und körnigen, farblosen Stoffen erfüllte Schläuche, welche meistens nach der Chalaza bis plötzlich in ein sehr schmales, blinddarmartiges Ende auslaufen, nach der Seite des Knospenmundes dagegen stumpfer abschliessen (XV. 3). Beide Enden enthalten mehr körnige Stoffe als der übrige Theil des Embryosacks.

---

*) Annales des sciences. Juillet 1849. Dieser Aufsatz und die Arbeit Radlkofer's sind die einzigen Schriften, welche mir hier zu Gebote stehen.

**) Bei Laurus indica fand ich bisweilen zwei schlauchförmige Embryosäcke, ähnlich wie bei Viscum neben einander, doch ist Laurus für diese Untersuchung untauglich.

In der Regel sieht man jetzt an den Keimkörperchen nichts mehr, selbst ihre Ansatzstellen sind sehr undeutlich. Nur einmal glaube ich ein Keimkörperchen mit körniger Umgrenzung kugelförmig in den Embryosack hineinragend gesehen zu haben, während es nach der anderen Seite, wie bei Zea, ein wenig über dessen Membran hervorragte und hier eine glänzende körnige Masse enthielt (XV. 4). Dasselbe Präparat zeigte neben diesem Keimkörperchen in schwachen Umrissen die Ansatzstelle des anderen Keimkörperchens.

Nur die befruchteten Samenknospen wachsen bei Cheiranthus weiter, die anderen vertrocknen allmälig; man kann deshalb sehr leicht bestimmen, welche Samenknospe befruchtet ward. Die kugeligen Pollenkörner haben eine mit zierlichen Stacheln besetzte Cuticula, welche drei zum Austritt des Pollenschlauches bestimmte Orte besitzt. Wählt man jetzt, bald nachdem die Blumenblätter abfallen, eine Samenknospe, die nur wenig grösser als die übrigen, nicht befruchteten ist und sich durch ihre mehr längliche Gestalt von ihnen unterscheidet, so wird es bisweilen gelingen, die Spitze des kürzlich befruchteten Embryosacks noch mit dem Pollenschlauche in Verbindung freizulegen. Derselbe haftet in diesem Fall fest an der Membran des Embryosacks, ohne jedoch einzudringen; sein Ende ist in der Regel etwas angeschwollen; seine Membran erscheint hier aufgequollen und stärker lichtbrechend als sonst; der Inhalt ist, wenn solcher vorhanden, körnig und geronnen. In den zwei von mir beobachteten Fällen berührt allerdings der Pollenschlauch, der noch als langes Stück vorhanden ist, nicht unmittelbar das befruchtete Keimkörperchen, welches in beiden Fällen schon eine Membran erhalten hat, ja in dem einen bereits zu einem langen, zarten Schlauche ausgewachsen ist (XV. 5 u. 6). Das zuletzt genannte Präparat zeigt aber auch zugleich noch einen zweiten Pollenschlauch, der wahrscheinlich nur durch die Nadel vom befruchteten Keimkörperchen entfernt wurde, bei dem anderen dagegen zieht sich eine körnige Masse, welche ich nicht sicher zu deuten weiss, vom Pollenschlauchende bis zur Ansatzstelle des befruchteten Keimkörperchens. In beiden Fällen ist von dem zweiten Keimkörperchen mit Sicherheit nichts nachzuweisen.

Nun sah auch Tulasne*) bei Matthiola und bei Capsella zwei Pollenschläuche an den Embryosack treten, von denen der eine

*) Annales des sciences. Tome XII. pl. 7. F. 6; F. 28.

das befruchtete Keimkörperchen unmittelbar berührte. Ich bin deshalb sehr geneigt, für diejenigen Fälle, wo scheinbar das befruchtete Keimkörperchen vom Pollenschlauche nicht unmittelbar berührt wurde, die Mitwirkung eines zweiten Pollenschlauches, der durch die Präparation zerstört wurde, anzunehmen, weil meine ganz sicheren Beobachtungen von Gladiolus, Watsonia, Canna und Viola zu entschieden für eine unmittelbare Berührung sprechen. Der Verlust des zur Befruchtung gekommenen Pollenschlauches durch die Präparation gewinnt aber um so mehr Wahrscheinlichkeit, da man schon in nur wenig späteren Zuständen überall keinen Pollenschlauch mehr findet.

Etwas weiter entwickelte Samenknospen aus einem anderen Fruchtknoten, bei dem das Freilegen der Spitze des Embryosacks schon ungleich leichter bewerkstelligt wurde, zeigten das befruchtete Keimkörperchen im Innern des Embryosacks zum langen Schlauche ausgewachsen, welcher, und zwar an seiner freien, geschlossenen Spitze beginnend, bis weit hinauf, auf dem Wege der Theilung, Zellen gebildet hat (XV. 7). Vom Pollenschlauche ist jetzt nichts mehr zu sehen, dagegen erscheint die Ansatzstelle des zum langen Embryoträger ausgewachsenen Keimkörperchens nunmehr sehr deutlich als runder Kreis oder als mehreckige Figur, in der Regel sogar mit doppelter Contour, wogegen die Ansatzstelle des nicht zur Ausbildung gekommenen Keimkörperchens auch jetzt häufig kaum bemerkbar ist. Das zum Schlauche ausgewachsene Körperchen besitzt, und zwar soweit ich wahrgenommen habe, immer, unmittelbar unter seiner Ansatzstelle eine kleine kugelige oder länglich runde Anschwellung, welche gewissermaassen seine ursprüngliche Gestalt (XV. 4y II) verräth, während bei Pedicularis silvatica dasselbe Verhältniss durchaus nicht immer vorkommt. Da sich nun die Membran des Embryosacks selbst noch bei der weiteren Ausbildung der Keimanlage verdickt, so sieht man auch hier bisweilen recht deutlich, dass jene Ansatzstelle des befruchteten Keimkörperchens nicht von der Membran des Embryosacks bedeckt wird, und dass somit das Keimkörperchen auch hier nach aussen hin frei liegt. Bei Pedicularis, wo ich dies Verhältniss längst nachgewiesen habe, glaubte ich darin eine wesentliche Stütze für meine damalige Ansicht zu finden, indem es zweifellos war, dass hier der schlauchförmige Träger der Keimanlage entweder herein oder heraus gewachsen sein musste. Für ein Hereinwachsen des Pollenschlauches bestimmte mich aber die in der Regel scheinbar

nach Innen getriebene, gewissermaassen eingestülpte Beschaffenheit der Membran des Embryosacks an dieser Stelle, wogegen ich jetzt sehr wohl einsehe, dass hier ein Keimkörperchen, und zwar vor der Befruchtung, herausgewachsen ist, und dass jene Kreisfalte des Embryosacks aber, welche nicht immer in gleichem Grade vorhanden, die Folge einer geringen Verlängerung des Embryosacks an dieser Stelle sein wird. Ein bemerkbares Hervorragen des schlauchförmigen Embryoträgers, wie solches bei Pedicularis und Lathraea fast immer, bei Stachys und Campanula dagegen nur bisweilen vorkommt, habe ich in Uebereinstimmung mit Tulasne bei Cheiranthus niemals wahrnehmen können.

Das geschlossene Ende des schlauchförmigen, bis weit hinauf mit Zellen in einer Reihe angefüllten Embryoträgers schwillt darauf allmälig zu einer kleinen Kugel an, aus welcher sich durch fortgesetzte Zellenvermehrung auf dem Wege der Theilung allgemach der Keim entwickelt. Während des vermehrt sich im inneren Umkreise des Embryosacks das Protoplasma zusehends, und es entstehen in ihm körniges Blattgrün und ausserdem noch freie Zellenkerne und Vacuolen, dagegen fehlen, so weit ich beobachtet, alle wirklichen, d. h. von einer festen Membran umkleideten Zellen; es bildet sich demnach bei Cheiranthus kein vorübergehendes Endosperm, wie bei den meisten später eiweisslosen Pflanzen (Canna und Tropaeolum besitzen ebenfalls kein vorübergehendes Endosperm). Bei Isatis dagegen bildet sich nach Tulasne eine aus einer Zellschicht bestehende Haut im Umkreise des Embryosacks, welche das Blattgrün einschliesst. Noch ausserdem bleibt zu bemerken, dass bei Cheiranthus und demnach wahrscheinlich bei allen Cruciferen das äussere Integument nur aus zwei Zellenreihen, das innere dagegen aus vier und mehr Zellenreihen besteht, während in allen anderen mir bekannten Fällen, wenn nicht beide Integumente zweireihig sind, immer das äussere aus mehreren Zellenreihen besteht, das innere aber zweireihig ist. — Durch den Mangel des vorübergehenden Endosperms nun eignen sich die Cruciferen ganz vorzüglich zur Darstellung von Präparaten, welche die Continuität des langen schlauchförmigen Embryoträgers von seiner Ansatzstelle bis zur Keimanlage hinab darthun sollen; hier kann über dies Verhältniss durchaus kein Zweifel bleiben. — Bei Cheiranthus scheint immer nur ein Keimkörperchen befruchtet zu werden, das nicht befruchtete verschwindet spurlos.

im Wasser des Objectträgers verschwinden und deshalb, wenn es auch einmal gelingt, den Embryosack um diese Zeit freizulegen, nicht mehr vorhanden sind, ja sogar nur unsichere Spuren ihres vormaligen Daseins zurücklassen. Im entgegengesetzten Ende des Keimsacks liegen auch hier zwei bis drei kleine Zellen (z), die mit einer Membran versehen sind und deshalb nicht wie die Keimkörperchen im Wasser verschwinden; sie sind mit körnigem Protoplasma erfüllt und nehmen, wie bei Gladiolus und Zea, an der später eintretenden Endospermbildung keinen Antheil; ich will sie die Gegenfüssler der Keimkörperchen nennen.

Mit dem Aufblühen erfolgt nun auch bei Viola die Bestäubung, und sobald die Blumenblätter welken, ist die Befruchtung vollzogen; der Fruchtknoten schwillt sofort an, und auch die Samenknospen vergrössern sich beträchtlich. Um diese Zeit gelingt es gar häufig durch Messer und Nadel den Embryosack ganz frei zu legen, obschon seine Spitze noch von mehreren Zellschichten des Knospenkerns bedeckt ist, ja oftmals bleibt sogar noch ein längeres Stück des Pollenschlauches mit ihm verbunden. Wenn dies geschieht, so liegt das in der Keimbildung begriffene Keimkörperchen unmittelbar unter demselben (XI. 12 u. 13), so dass man es wohl gar für ein Produkt des Pollenschlauches selbst ansprechen könnte, was ich auch, als ich im Herbst 1855 diese Pflanze untersuchte, anzunehmen geneigt war. Die vollständig geschlossene Beschaffenheit des Pollenschlauches, der noch dazu an seinem Ende, wie bei Gladiolus und Watsonia, etwas stärker verdickt war, erregte schon damals meine Aufmerksamkeit. Viel häufiger aber löst sich der Schlauch mit der Decke des Knospenkerns vom Embryosack, wo alsdann in der Regel eine kleine kesselartige Vertiefung, durch ihn veranlasst, in der gerade an dieser Stelle stärker verdickten und das Licht stärker brechenden Membran, und zwar wieder unmittelbar über der jungen Keimanlage, zurückbleibt (XI. 11). Letztere ist nun kaum gestielt zu nennen; als kleine, noch aus wenig Zellen bestehende Kugel hängt sie am Embryosack und ist mit dessen Membran fest verbunden, so dass sie durch Zerren mit der Nadel sich nicht von ihm ohne zu zerreissen trennen lässt. Wenn man nun schief oder gar von oben auf die Befestigungsstelle blickt, so erkennt man sehr deutlich eine runde Ansatzstelle, welche einem Loche in der Membran des Embryosacks zu entsprechen scheint (XI. 10); in seltenen Fällen ragt auch wohl das kleine Stielchen dieser Keimanlage ein wenig über den Keimsack hervor (XI. 9).

In der Regel wird nur eines der beiden Keimkörperchen befruchtet, man sieht deshalb meistens nur eine Keimanlage (XI. 9, 10, 12 u. 13), nicht selten finden sich aber auch deren zwei dicht neben einander, und zwar anfänglich beide in gleichem Entwickelungszustande (XI. 11 u. 14). Wenn nur ein Keimkörperchen befruchtet wird, so verschwindet das andere in der Regel vollständig, und man findet hier nicht, wie bei Gladiolus und Watsonia, ausser dem sich zum Keim ausbildenden noch ein zweites, das wenigstens durch die Befruchtung zur Bildung einer Membran gelangt ist. Vielleicht sind gar für Viola zur Befruchtung zweier Keimkörperchen auch zwei Pollenschläuche nöthig (?), denn in den wenigen Fällen, wo ich zwei befruchtete Keimkörperchen antraf, waren auch zwei Pollenschläuche bis zum Embryosack hinabgestiegen. Die Keimanlage entwickelt sich nun in der normalen Weise weiter, während der Embryosack durch freie Z[illegible]nbildung vom Umkreise aus sich mit Endosperm anfüllt. Um den Verlauf der Pollenschläuche von der Narbe, durch den Staubweg in die Fruchtknotenhöhle und weiter bis zur Samenknospe zu verfolgen, ist Viola ganz besonders geeignet.

Citrus nobilis. (Taf. XIV. Fig. 1—15.)

Bei den Citrus-Arten muss die Untersuchung fortlaufend für eine längere Zeit durchgeführt werden, weil nicht allein die Zeiträume der Bestäubung und der Befruchtung weit aus einander liegen, sondern auch die letztere nicht wie bei denjenigen Pflanzen, welche nur eine Keimanlage bilden, eine sehr beschränkte Zeitfrist innehält, vielmehr hier, wo nach einander viele Keimanlagen in einer Samenknospe entstehen, auch eine ungleich längere Zeit fortdauert. Während nämlich die Bestäubung zur Blüthezeit, im April, erfolgt, beginnt die Befruchtung erst viele Wochen später, wenn der Fruchtknoten bereits, aber nach den Citrus-Arten verschieden, eine ziemliche Grösse erreicht hat.

Ich habe drei Arten, die Citrone (Citrus medica), die Orange (Citrus vulgaris) und die Mandarina, welche auf Madeira Tangarina genannt wird (Citrus nobilis), untersucht und bei allen im Wesentlichen durchaus dasselbe gefunden. Ich werde mich hier allein an die letztere halten, weil sie am reichsten Samen bringt und schon deshalb für die Untersuchung geeigneter ist.

Die Tangerine blüht im April, und ihre kugeligen Pollenkörner mit vier oder fünf rinnenartigen Vertiefungen, für den Austritt des

Pollenschlauches bestimmt (XIV. 2), senden auf der knopfförmigen Narbe reichlich Schläuche aus. Mit den Blumenblättern und den Antheren fällt bald darauf auch der Staubweg vom Fruchtknoten. Um diese Zeit (im Mai) findet man nun den Pollenschlauch schon bis zum Embryosack hinabgestiegen. Der letztere besitzt jetzt eine lange cylindrische Gestalt; der äussere Knospenmund ist eng, der innere dagegen ungleich weiter (XIV. 1); dem entsprechend erweitert sich auch der sehr schmale, zarte Pollenschlauch bei seinem Durchgang durch denselben, so dass er ihn vollständig ausfüllt (XIV. 5). Niemals sah ich mehr als einen Pollenschlauch eintreten. Im Gewebe des Knospenkerns bildet derselbe nun gleichfalls, jedoch nicht immer, hier und da Erweiterungen, welche bisweilen das Zehnfache seiner normalen Breite erreichen. In allen Fällen aber ist die Umgrenzung des Pollenschlauches, zumal nach Anwendung von Kalilösung, welche hier das Bild viel klarer macht, sehr deutlich und bestimmt zu sehen; ihn ohne Verletzung freizulegen, wollte mir dagegen niemals gelingen. Im Innern des Pollenschlauches, aber nur soweit derselbe im Gewebe der Kernwarze liegt, sieht man nun (Mitte Juni) kleine länglich runde, das Licht stark brechende Körper, welche das Ansehn von Zellkernen besitzen und selten scharf contourirt erscheinen. Statt dieser räthselhaften Körperchen trifft man aber auch in seltenen Fällen Stärkemehlkörner im Pollenschlauche an. Das Ende des letzteren über der Spitze des Embryosacks ist in der Regel nicht deutlich sichtbar, weil diese Spitze sich in den meisten Fällen, jedoch nicht immer, plötzlich etwas zuschärft, so dass sie nur höchst selten durch den Schnitt frei gelegt wird, zugleich aber ist die Membran des Pollenschlauches selbst hier viel zu zart, um mit genügender Deutlichkeit gesehen zu werden. Im Embryosack nun habe ich um diese Zeit, mit Ausnahme des Chalaza-Endes, wo einige kleine Zellen liegen, nichts wahrgenommen, was sich als Keimkörperchen ansprechen liesse, wohl aber ist die ganze innere Fläche des Embryosacks mit einer körnigen, ziemlich dichten Protoplasmaschicht bedeckt, welche beim Freilegen des Embryosacks gerinnt und sich nun von der Haut desselben zurückzieht. Wenn dies, was jedoch nicht immer der Fall ist, in Gestalt einer Membran erfolgt, so sieht man wohl hier und da, und zwar sowohl an der Spitze als längs der Seiten, in dieser hautartigen, aber körnigen Plasmaschicht kleine länglich runde Lücken (XIV. 3p). Ob man aber dieselben als Ansatzpunkte unbefruchteter Keimkörperchen ansprechen darf, wage ich nicht zu

entscheiden; der Membram des Embryosacks selbst fehlt dagegen jede Spur solcher Ansatzstellen.

Etwas später (Ende Juni) erblickt man nun auf sehr gelungenen Längsschnitten unmittelbar unter dem Orte, wo der Pollenschlauch den Embryosack berührt, im Innern des letzteren eine kleine kugelige Zelle, welche ich schon vor 2 Jahren gesehen und damals für das eingedrungene Ende des Pollenschlauches selbst gehalten habe*). Gelingt es jetzt, den Embryosack freizulegen, was nur an dem Orte, wo diese Zelle liegt, einige Schwierigkeit hat, weil er hier sehr fest haftet und deshalb gar häufig abreisst, so sieht man diese Zelle im Embryosack liegend, während ihre Spitze frei über denselben hervorragt. In vielen Fällen (XIV. 4) überzeugt man sich gar leicht, dass ihre Spitze nicht von der Membran des Embryosacks bedeckt wird, in anderen ist es dagegen durch die Lage der Zelle selbst schwieriger wahrzunehmen (XIV. 3). Ich habe deshalb in dieser Periode eine grosse Anzahl Embryosäcke frei gelegt und mir hierüber volle Sicherheit verschafft. Zu jener Zeit nun finde ich immer nur eine solche Zelle, und zwar entweder in der Spitze des Embryosacks oder dicht unter derselben gelegen. Da sie nun eine feste, meistens mit doppelter Contour hervortretende Membran besitzt, mit körnigem Inhalt erfüllt ist und bisweilen schon eine wagrechte Scheidewand gebildet hat, so kann ich sie nur für das erste, bereits befruchtete Keimkörperchen halten. Die Lage desselben unmittelbar unterhalb des Pollenschlauches berechtigt wohl zu diesem Schlusse; unbefruchtete, d. h. membranlose Keimkörperchen finde ich aber auch um diese Zeit weder in der Spitze noch an den Seiten des Embryosacks.

Nur wenig später (Anfang Juli) zeigen sich darauf auch seitlich am Embryosack, jedoch meistens auf die obere Hälfte desselben beschränkt, ganz ähnliche Zellen, oder bereits aus ihnen hervorgegangene mehrzellige Körper. Beim Versuch, die Membran des Embryosacks freizulegen, haftet nun dieselbe wiederum an denjenigen Orten, wo jene Zellen sitzen, fest und reisst in der Regel rund um dieselben so ab, dass jene Zellen oder bereits aus mehreren Zellen zusammgesetzten Körper an der den Embryosack begrenzenden Wandung des Knospenkerns hängen bleiben. Die grosse Dehnbarkeit der Haut des Keimsacks erklärt es nun, dass man dessenohngeachtet nur selten in ihr einen Riss oder eine Oeffnung wahrnimmt.

*) Flora 1855. Taf. II. Fig. 21.

Bisweilen gelingt es aber auch, jene Zellen mit der Membran des Embryosacks unversehrt vom Gewebe des Knospenkerns abzulösen, und dann erblickt man wieder dasselbe, schon für das erstgeborne Keimkörperchen beschriebene Verhältniss, indem auch diese Zellen mit ihrer sich meistens kegelförmig verschmälernden Spitze frei über die Membran des Embryosacks hervorragen (XIV. 6 u. 8). Dasselbe gilt für die aus Zellen bestehenden Körper, welche als eine weitere Ausbildungsstufe befruchteter Keimkörperchen anzusehen sind. Das Hervorragen ihrer Spitze ist oftmals sehr bedeutend (bis $\frac{1}{400}$ Millimetre), so dass in manchen Fällen der grössere Theil derselben ausserhalb des Embryosacks liegt (XIV. 8 e III), in anderen Fällen ist dagegen der hervorragende Theil wieder viel beschränkter. Während nun diese seitlich gelegenen Keimkörperchen, in ihrem Auftreten und in ihrem Ansehn dem Erstgebornen durchaus gleich, vereinzelt oder in kleinen Gruppen, zu 2—4, auftreten, bilden sich um dieselbe Zeit in der Spitze des Embryosacks neben dem zuerst entstandenen Keimkörperchen viele neue dicht neben einander. Man findet hier deshalb bald darauf so ziemlich alle Entwickelungszustände der Keimanlagen ohne Ordnung neben einander (XIV. 5, 7 u. 9). Das Ablösen der Membran des Embryosacks an diesem nunmehr mit zahlreichen Keimanlagen dicht besetzten Orte wollte mir alsdann nicht mehr gelingen; selbst wenn es glückte, die einzeln seitlich vorkommenden Keimanlagen mit der Membran des Embryosacks im Zusammenhang abzulösen, so riss die letztere doch jederzeit am genannten Orte ab, oder löste sich um die dort vorhandenen Keimanlagen.

Leicht überzeugt man sich, dass alle Keimanlagen in ihrer Jugend an der Membran des Embryosacks befestigt sind (XIV. 6). Der innige Zusammenhang derselben mit dem Gewebe des Knospenkerns liefert dann wieder einen sicheren Beweis für ihr freies Hervorragen über den Embryosack, indem sie viel häufiger am Knospenkern hängen bleiben, als sich mit dem Embryosack von ihm ablösen lassen. Betrachtet man nun solche Stellen des Knospenkerns, wo jene Keimkörperchen hafteten, genauer, so sieht man bald, dass sie meistens kleine, schwach gewölbte Vorsprünge bilden, in welchen man häufig einzelne kleine Zellen, die auf dem Gewebe des Knospenkerns und zwar zwischen ihm und der Membran des Embryosacks liegen, findet (XIV. 9 sp I). Die Mehrzahl dieser kleinen Zellen hat ein zusammengefallenes, aber glänzendes Ansehn, bisweilen erscheinen aber auch einige unter ihnen angeschwollen, länglich-rund und

mit körnigem Inhalt erfüllt: sie zeigen in diesem Falle eine feste, oftmals doppelt contourirte Membran. In späteren Zuständen findet man sie wieder, dann aber sind sie zusammengesunken und meistens gelblich gefärbt, jedoch wie früher von glänzendem Ansehn (XIV. 11sp). Dass diese Zellen nicht dem Gewebe des Knospenkerns selbst angehören, ergiebt die nähere Betrachtung ohne Zweifel; sie sind nämlich viel kleiner als diese, niemals über $\frac{4}{400}$ Millimetre lang, werden von Schwefelsäure nicht angegriffen und färben sich durch Aetzkalilösung gelblich, wobei sie oftmals eine wie mit dunkelen Punkten übersäete Oberfläche annehmen.

Ganz ähnlich verhalten sich nun jene räthselhaften im Pollenschlauche vorkommenden Körperchen, die von dem feinkörnigen Inhalt des Pollenschlauches anderer Pflanzen durchaus verschieden sind und namentlich in einer späteren Zeit, wo sie vereinzelt liegen (im August), ihre Gestalt besser erkennen lassen. Diese Körperchen nun, ob Zellen oder Zellenkerne (?), denn eine sie umhüllende Membran erkenne ich, so lange sie im Pollenschlauche liegen, nicht, sind länglich rund, messen $\frac{3-4}{400}$ Millimetre und haben unter Wasser gesehen ein glänzendes, nicht ganz scharf umgrenztes Ansehn. In Kalilösung treten sie dagegen viel schärfer hervor, werden gelblich und erscheinen wie mit schwarzen Punkten übersäet (XIV. 10sp).

Wenn man nun zu Ende des August aus einem guten Längsschnitt sämmtliche in der Spitze des Embryosacks gelegene Keimanlagen vorsichtig entfernt, so sieht man häufig den im Gewebe des Knospenkerns stark erweiterten Pollenschlauch über dem Embryosack ausmünden, wobei zahlreiche Körperchen der genannten Art sich, von ihm ausgehend, über dessen Spitze ausbreiten. Dieselben sind zu dieser Zeit meistens mit einander verklebt und haften mehr oder weniger fest am Gewebe des Knospenkerns. In der Regel treten sie in grösseren oder kleineren Gruppen über dem Embryosack auf; ich kenne dagegen auch Fälle, wo sie in so grosser Menge erscheinen, dass sie gewissermaassen eine Decke über der Kernwarze bilden.

Was sind nun jene Körperchen und wie stehen sie mit der Befruchtung im Zusammenhang? Sind es Zellen oder sind es Zellenkerne? und entsprechen sie den Samenfäden der Kryptogamen und der Thiere oder nicht? — Ich wage nicht dies Räthsel aufzulösen, dass sie dagegen mit der Befruchtung im Zusammenhang stehen, ist für mich unzweifelhaft, und deshalb will ich sie vorläufig Befruchtungskörper nennen. Eine Bewegung der genannten Körperchen

habe ich sowohl im Pollenschlauche als auch über der Membran des Embryosacks niemals wahrgenommen; es bleibt darum etwas räthselhaft, wie sie soweit, ja in ganz seltenen Fällen (XIV. 15) fast bis zur Chalaza hinunterkommen. Da aber die Membran des Embryosacks, so lange noch kein Endosperm in ihm vorhanden ist, nur lose dem Knospenkern anliegt, so wäre vielleicht ein Herabsinken zwischen der Wandung des Keimsacks und des Knospenkerns denkbar. Weil nun bei Citrus nobilis, so viel ich gesehen, immer nur ein Pollenschlauch an den Embryosack gelangt, dieser aber unverzweigt über demselben endet, demnach nicht viele und noch dazu von einander entfernt gelegene Keimkörperchen befruchten kann, während doch sicher auch hier eine directe Befruchtung, und zwar an der Aussenseite des Embryosacks, stattfindet, so bleibt keine andere Möglichkeit, als dass jene Körper im Pollenschlauche, welche sich über die Aussenseite des Embryosacks verbreiten, die Befruchtung vollziehen. Die Annahme, dass ein befruchtetes Keimkörperchen durch Theilung mehrere bilde, ist nämlich hier mit der directen Beobachtung durchaus unverträglich; eine Befruchtung des gesammten Embryosacks aber würde zu sehr gegen die Analogie mit allem bis jetzt Bekannten verstossen, auch mit den Entwickelungsverhältnissen der einzelnen Keimanlagen von Citrus nicht in Einklang zu bringen sein. Sind aber jene im Pollenschlauche entstandenen Körper, welche sich später in wirkliche Zellen umzubilden scheinen, die Vermittler der Befruchtung, so ist die Analogie mit den Kryptogamen und mit der Thierwelt durch Citrus noch um einen Schritt weiter gekommen.

Vergleiche ich nun das umständlich und durchaus objectiv Mitgetheilte mit dem, was ich schon vor 2 Jahren und mit einem sehr beschränkten Material bei Citrus vulgaris beobachtet und in der Flora von 1855 niedergelegt habe, so muss ich gegenwärtig zwar auch hier die Deutung verlassen, nach welcher „im Pollenschlauche vorhandene Zellen oder Zellenkerne (?) sich über den Embryosack ergiessen und einzeln nach einander auswachsen, dabei die Membran des Embryosacks durchbrechen und sich in ihm als Keimanlagen ausbilden sollten.“ Aber mehr um der Analogie halber, als durch die neuen Beobachtungen selbst gezwungen, verlasse ich die damals mir vorschwebende Ansicht, indem ich wohl begreife, dass, wenn in einigen Fällen ganz sicher (Gladiolus, Watsonia und Canna) der Pollenschlauch befruchtend wirkt, er in anderen nicht keimbildend auftreten könne, denn es lassen sich bei Citrus unbe-

fruchtete, d. h. membranlose Keimkörperchen nicht wohl mit Sicherheit nachweisen. Sobald man dieselben erblickt, sind sie auch schon mit einer, wenngleich anfangs sehr zarten Membran umkleidet. Wenn jene Lücken an der hautartigen Protoplasma-Umkleidung des Embryosacks wirklich, wie ich vermuthe, ihre Ansatzstelle sind, so wären freilich auch hier Keimkörperchen vor der Befruchtung vorhanden; wo nicht, so bleibt es fraglich, ob ihr Entstehen an ganz bestimmten Orten nicht durch die Gegenwart der befruchtenden Körper eingeleitet würde. Der Analogie halber möchte ich mich jedoch lieber der zuerst ausgesprochenen Ansicht zuwenden.

Schon in der Mitte des August's bildet sich, und zwar vom ganzen Umkreise des Embryosacks aus, zuerst durch freie Zellenbildung, ähnlich wie bei den Nadelhölzern, ein Endosperm, das, indem die Bildung neuer Zellen durch Theilung fortdauernd am Rande verbleibt, ganz allmälig weiter in den Embryosack in sehr regelmässiger Anordnung vordringt. Die ausgewachsenen Zellen desselben sind mit einem klaren Zellsaft erfüllt und besitzen einen kleinen runden Zellkern. Mit dem Auftreten dieses Endosperms scheint nun die Bildung neuer Keimanlagen zwar beschränkt, aber keinesweges vollständig aufgehoben zu sein, denn während sich die älteren in ganz normaler Weise ausbilden, erscheinen in der Spitze des Embryosacks, über welcher der Pollenschlauch allmälig seinen Inhalt entleert hat, hier und da noch neue Keimanlagen; auch finde ich sehr häufig neben ihnen einzelne oder mehrere kleine, mit einer Membran versehene Zellen, welche entweder nach der Befruchtung abortirte Keimkörperchen oder gar aus dem Pollenschlauche hinübergetretene Befruchtungskörper sein müssen, was alsdann eine directe, d. h. nicht mehr durch eine Membran versperrte, Verbindung zwischen Pollenschlauch und Embryosack voraussetzen würde. Ich gestehe aber gern, dass bei der Schwierigkeit der obigen Untersuchung hier noch mancherlei Bedenken obwalten (XIV. 9. ?).

Die Menge der in der Spitze gedrängt neben einander liegenden Keimanlagen, deren Zahl sich oftmals auf 50 und darüber beläuft, behindert vielfach die Ausbildung der Einzelnen; die Mehrzahl derselben wird überhaupt unterdrückt. Oft treibt auch der eine Keim den anderen aus seiner vormaligen Lage, ja nicht selten bis in die Mitte des Keimsacks hinab. Ursprünglich liegen alle so, dass sie mit ihrem Wurzelende die Wand des Keimsacks berühren; die in der Spitze desselben entstandenen hängen, und die an der Seite gebildeten liegen wagrecht (XIV. 11). Später dagegen kom-

men auch andere Richtungen vor, woran aber immer mechanische Störungen, durch die Beschränktheit des Raums, welche die normale Ausbildung und Lage verändert, Schuld sind. Aus demselben Grunde sind auch die einzelnen Keime nicht selten unsymmetrisch ausgebildet, indem die eine Seite mehr als die andere entwickelt wird, und deshalb bisweilen der eine Keimlappen fehlt oder nur als Rudiment vorhanden ist. Von den zahlreichen Keimanlagen gelangen nun dessenohngeachtet vielfach mehr als zehn bis zur Bildung der Samenlappen, ja nicht selten findet man noch eben so viele im gereiften Samen, in der Regel pflegt dann aber nur ein einziger gross und vollständig ausgebildet zu sein, während die übrigen klein und krüppelig verbleiben. Das vorübergehende Endosperm ist zu dieser Zeit verschwunden.

Carica Papaya.

Bei dieser Pflanze wollte es mir nicht gelingen, die Keimkörperchen der unbefruchteten Samenknospe mit Sicherheit wahrzunehmen. Wenn die Blüthe welkt und der Fruchtknoten kaum über einen Zoll lang ist, so findet man die Pollenschläuche in grösster Menge im Fruchtknoten und meistens schon im Knospenmunde. Sie sind derb und erscheinen mit doppelter Contour, hier und da mit körnigen Stoffen erfüllt. Im Knospenmunde nun schwellen dieselben blasenartig an und gewinnen ein ganz anderes, glänzendes Aussehn. In der Anschwellung selbst erscheint bisweilen eine wagrechte, äusserst zarte Streifung, als wenn zarte Scheidewände in ihr entstanden wären. Der Pollenschlauch scheint darauf, wie bei Canna, merklich in den Embryosack einzudringen; seitlich haftet alsdann an ihm das befruchtete Keimkörperchen, welches sich sehr langsam vergrössert, so dass in einer 6 Zoll langen jungen Frucht nur wenig Fortschritte bemerkbar sind. Dagegen erscheinen jetzt die noch im Knospenmunde vorhandenen langen Pollenschläuche glänzend und einem Glasstab ähnlich, weil, was hier sehr deutlich, ihre vormals mit doppelter Contour sichtbare Wandung so stark aufgequollen ist, dass dadurch ihr Lumen an den meisten Orten ganz verschwunden. Die blasenartige Anschwellung des Pollenschlauches über dem Embryosack löst sich häufig in ihre einzelnen Verdickungsschichten auf, und man erkennt hier sehr deutlich, dass die Verdickung des Pollenschlauchendes nicht auf einer vermehrten Zellstoffabscheidung,

sondern nur in einem Aufquellen der schon vorhandenen Schichten beruht. Die Mehrzahl der Samenknospen wird befruchtet.

Was nun endlich

die Coniferen

anbetrifft, so habe ich mich in diesem Sommer mehrfach mit Pinus Pinaster, Pinus Pinea und Araucaria brasiliensis beschäftigt, bin aber dennoch für sie zu keinem entscheidenden Resultat gekommen. Im Allgemeinen habe ich wieder dasselbe gesehen, was ich schon früher wahrgenommen habe, so dass ich noch jetzt von dem Entstehen der Keimrosette, aus welcher sich die Embryonalschläuche und das Embryo bilden, in der Spitze des Corpusculums überzeugt bin, wogegen ich aber natürlich die Ansicht aufgeben muss, dass diese Rosette aus dem Pollenschlauche selbst hervorgeht.

Bei Pinus Pinaster ist es mir zwei Mal gelungen, die Spitze des Corpusculum kurz vor der Befruchtung freizulegen; ich fand hier zwei Zellen (XIII. 14), welche sichtbar durch Theilung einer Mutterzelle in senkrechter Richtung entstanden waren. Dieselben sassen, einem kleinen Thurm ähnlich, auf der Spitze des eiförmigen Corpusculums und gehörten sichtbar demselben an. Sie waren mit feinkörnigem Protoplasma erfüllt und führten jede einen hellen, runden Zellkern. Bei Pinus Pinea fand ich beide Zellen ganz in derselben Weise, nur hatte das Corpusculum eine mehr birnförmige Gestalt. Schon bei Abies pectinata beobachtete ich vor 2 Jahren ganz ähnlich gebaute Schlusszellen und sah das Entstehen derselben durch senkrechte Theilung einer Mutterzelle (XIII. 16), welche im Scheitel des Corpusculums vorhanden war. Bei Araucaria dagegen fand ich mehr als zwei, wahrscheinlich vier, ganz ähnliche Schlusszellen. Nun sind bei Juniperus, Thuja und Taxus sicher vier Schlusszellen vorhanden, deren allmäliges Verschwinden vor dem Eintritt des Pollenschlauches in das Corpusculum ich schon früher wahrgenommen habe. Bei Araucaria sind aber ebenfalls, sobald sie die Anlage zur Keimrosette zeigt, jene Schlusszellen verschwunden; bei Pinus Pinaster und Pinus Pinea erscheinen sie alsdann nur zusammengesunken, was, wenn ich nicht irre, auch für Pinus silvestris Geltung hat. Der Pollenschlauch liegt jetzt entweder unmittelbar über dem Corpusculum oder er ist schon für eine kurze Strecke in dasselbe eingedrungen. Während die Schlusszellen zusammensinken und zwischen sie der Pollenschlauch sich drängt er-

scheinen unmittelbar unter ihnen im Corpusculum in der Regel mehrere, meistens helle, kleinen Säckchen ähnliche Zellen, welche eine äusserst zarte Haut besitzen und aus den besprochenen Schlusszellen hervorzutreten scheinen (XIII. 15). Einmal habe ich aber bei Pinus Pinaster wieder eine aus mehreren, noch sehr zarten Zellen mit körnigem Inhalt bestehende Rosette, durch ein feines Häutchen mit der Spitze des Corpusculums verbunden, gesehen, was durchaus an die Fig. 29 der Taf. IV meines Mikroskops erinnert.

Nach diesen Beobachtungen drängt sich mir nun unwillkürlich die Vermuthung auf, dass genannte Schlusszellen der Coniferen den Werth der Keimkörperchen besitzen, und dass sie durch den Pollenschlauch, der sie unmittelbar berührt, befruchtet werden. Ich glaube zwar nicht, dass jene Schlusszellen einfach, so wie sie da sind, in das Corpusculum treten und zur Keimrosette werden, was schon nicht sein kann, weil ihre Häute bei den Pinus-Arten zurückbleiben, sie selbst aber bei Thuja, Juniperus, Taxus und Araucaria eine Umwandelung erleiden; ich vermuthe vielmehr, dass sie gleich den Keimkörperchen der anderen Phanerogamen, welche auch nicht so, wie sie da sind (Watsonia, Gladiolus), direct zum Keim werden, nur gewissermaassen die plastische Masse hergeben, welche durch den Pollenschlauch befruchtet und so zur Bildung des Keims veranlasst wird.

Mit dieser Ansicht, welche freilich noch der Bestätigung bedarf, würden auch meine früheren Wahrnehmungen sehr wohl im Einklang stehen. Nur das Vorkommen einer aus vier Zellen bestehenden Rosette im Innern des Pollenschlauches von Taxus könnte mir Bedenken erregen. Wenn ich aber erwäge, dass die Umrisse jener Zellen so ungewöhnlich zart erscheinen, dass ich sie nur bei stark gedämpftem Lichte sehen kann, so möchte ich jetzt fast vermuthen, dass es die Abdrücke der vier Schlusszellen des Corpusculums, über welchen der Pollenschlauch lange Zeit gelegen, sein möchten, dem entsprechend, wie ein erhärteter, dünner Ueberzug von Leimwasser über einer jungen Weinbeere, wenn man denselben als zartes Häutchen abhebt, selbst aus Zellen zu bestehen scheint, weil er einen ganz genauen Abdruck der Oberhaut der Weinbeere darstellt. Die vierzellige Rosette aber, von einer festen Membran umgeben, welche ich einmal im Innern des Pollenschlauches gesehen zu haben glaube (Mikroskop Taf. IV. Fig. 6x), möchte dagegen von vier Schlusszellen herrühren, welche am Pollenschlauche festhängend mit ihm entfernt wurden, und die demnach nicht innerhalb, sondern

ausserhalb desselben liegen würden, was bei so kleinen Gegenständen, wenn man sie nur von Oben betrachten kann, kaum zu entscheiden ist.

Bei Araucaria brasiliensis treiben die kugeligen Pollenkörner schon zwischen den Samenschuppen ihre äusserst derben Schläuche, welche deshalb als lange weisse Fäden aus dem Knospenmunde hängen. In der Regel treten nun mehrere Pollenschläuche in den Knospenmund, und diese verzweigen sich wiederum vielfach im Gewebe der Kernwarze. Die kleinen, aber sehr zahlreichen Corpuscula liegen hier nicht, wie bei allen anderen von mir untersuchten Coniferen, unmittelbar unter dem Knospenmunde, sondern etwas unterhalb der Spitze des Embryosacks, und zwar in einen Kreis gestellt; dem entsprechend ist auch das Endosperm angeordnet. Die Embryonalstränge sind schmal und zahlreich. Es werden in der Regel mehrere Corpuscula befruchtet; auch enthält der reife Same gar nicht selten zwei entwickelte Keime, von denen jedoch der eine immer grösser als der andere ist. Araucaria hat einjährige Samenreife; die Bestäubung geschieht Ende März, und die Befruchtung erfolgt etwa einen Monat später; im April des folgenden Jahres ist der Same gereift. Pinus Pinea dagegen hat dreijährige Samenreife.

Im Pollenschlauche der genannten Nadelhölzer fand ich selbst dann, wenn er über der Schlusszelle des Corpusculums lag, Nichts, was sich als Samenfäden ansprechen liesse, wohl aber enthielten dieselben bisweilen länglich runde Stärkemehlkörner.

Blicken wir nunmehr auf das Mitgetheilte zurück und versuchen wir, die einzelnen Beobachtungen unter feste Gesichtspunkte zu bringen, um daraus Schlüsse über das Wesen der Befruchtung ziehen zu können, wobei ich vorläufig die Coniferen, als zur Zeit noch zweifelhaft, nicht mit berücksichtigen werde.

Die Keimkörperchen*) (Keimbläschen) sind schon vor der Befruchtung im Embryosack vorhanden (Gladiolus, Watsonia, Canna, Zea, Viola, Nyctago, nach Radlkofer bei Euphrasia, Pedicularis,

*) Ich kann die Bezeichnung „Bläschen“ nicht geeignet finden, weil diese Körper keine einfache Bläschen, sondern oft, wie bei Watsonia, viel complicirter gebaut sind.

Lathraea und nach Hofmeister bei einer grossen Anzahl von Pflanzen). Bei Citrus scheinen sie dagegen erst nach der Berührung des Pollenschlauches mit dem Embryosack zu entstehen.

Wir sehen sie immer zu zweien neben einander in der Spitze des Embryosacks liegen, während fast bei allen Pflanzen im Chalaza-Ende desselben eine oder auch zwei mit einer festen Membran versehene Zellen (die Gegenfüssler der Keimkörperchen) vorhanden sind. Die Vermuthung, dass beide Keimkörperchen in einer Mutterzelle durch senkrechte Theilung entstanden seien, fand ich bei Yucca und Nyctago bestätigt, indem ich hier in einzelnen Fällen die Membran der Mutterzelle noch beide Keimkörperchen umspannen sah (XIII. 13). Nur bei Citrus entstehen sie im Umkreise der oberen Hälfte des Embryosacks, und zwar einzeln.

Als Tochterzellen in einer Mutterzelle entstanden, kann die Gegenwart eines Zellkerns in ihnen nicht befremden; dagegen findet man denselben um die Zeit der Befruchtung in der Auflösung begriffen oder bereits verschwunden. Der ursprüngliche Zellkern scheint demnach an der Bildung des Keims keinen directen Antheil zu nehmen, was auch von Radlkofer beobachtet wurde. In den jüngsten Keimkörperchen von Citrus konnte ich keine Zellkerne wahrnehmen.

Die Keimkörperchen besitzen in allen von mir beobachteten Fällen, zum wenigsten in ihrem unteren, aus körnigem Protoplasma bestehenden Theile zur Zeit der Befruchtung keine feste Membran; ja ich bezweifle sogar, dass dieser Theil jemals von einer Zellstoff-Membran umkleidet gewesen. Hierauf beruht nun auch die leichte Vergänglichkeit dieses Theiles im Wasser des Objectträgers. Bei Gladiolus, Watsonia und Zea ist die Spitze der Keimkörperchen eigenthümlich gebaut; sie besteht nämlish aus zarten, dicht neben einander liegenden Fäden, welche bei Watsonia durch einen dunklen,. körnigen Stoff von einander getrennt sind. Die Fäden selbst sind unbeweglich; sie scheinen auch an der Bildung des Keims unmittelbar keinen Antheil zu nehmen, verschwinden vielmehr ganz allmälig nach geschehener Befruchtung, wo dieser Theil der Keimkörperchen überhaupt, als nunmehr überflüssig, abstirbt. Ich halte genannten Faden-Apparat gegenwärtig für ein Saugorgan, welches vielleicht durch Haarröhrchen-Anziehung den Inhalt des Pollenschlauches aufsaugt und dem unteren Theile desselben, welcher befruchtet werden soll, zuführt. Bei Canna fehlt, wie ich mich überzeugt zu haben glaube, dieser Faden-Apparat; für Campanula,

Capsella, Viola, ja vielleicht auch für die Rhinanthaceen und Labiaten habe ich dagegen einigen Grund, zum wenigsten einen ähnlichen Bau zu vermuthen (XV. 13).

Bei Gladiolus, Watsonia, Zea, desgleichen bei Viola, Citrus, Pedicularis, Lathraea, Stachys, Campanula und Cheiranthus ist die Spitze der Keimkörperchen von der Membran des Embryosacks nicht bedeckt; bei Watsonia ragt dieselbe sogar schlauchförmig weit über den Knospenmund der Samenknospe hervor. Der Pollenschlauch dringt bei diesen Pflanzen nicht in den Embryosack; an die Membran desselben gelangend tritt er dagegen mit dem freiliegenden Theil der Keimkörperchen in die unmittelbarste Berührung. Bei Canna und Carica Papaya aber, wo die Spitze der Keimkörperchen von der Membran des Embryosacks bedeckt wird, tritt der Pollenschlauch in den letzteren und berührt darauf dieselben gleichfalls unmittelbar.

Die Ansatzstellen der Keimkörperchen bei Pedicularis, Lathraea und demnach auch bei Euphrasia, desgleichen bei Stachys, Cheiranthus, Campanula und Viola, als runde oder eckige Figuren auf der Membran des Embryosacks sichtbar, sind die Löcher in der Membran des letzteren, durch welche die beiden Keimkörperchen, und zwar schon vor der Befruchtung, hervorgetreten sind. Der Rand dieser Löcher erscheint in der Regel verdickt und deshalb mit doppelter Contour, was immer durch eine vermehrte Zellstoffabscheidung an dieser Stelle von Seiten des Embryosacks aus erklärt wird, und deshalb sowohl für das befruchtete als auch für das nicht befruchtete Keimkörperchen Geltung hat, während doch das letztere selbst, da es keine Membran besitzt, entweder spurlos verschwindet oder auch als körnige Masse zusammensinkt. Die Ansatzstelle des befruchteten Keimkörperchens wird aber auch bisweilen noch durch eigene vermehrte Zellstoffabscheidung an dieser Stelle noch stärker verdickt, was durch Fig. 15 der Taf. XII unzweifelhaft bewiesen ist. Diese Ansatzstellen, welche mindestens eben so richtig Austrittsstellen genannt werden können, sind zugleich die Befestigungspunkte der nachherigen Keimanlage.

Es muss mich sehr befremden, dass Radlkofer sich entschieden gegen ein Hervorragen der Keimkörperchen über die Membran des Embryosacks ausspricht und behauptet, dass selbige von der Membran des letzteren bedeckt wären (S. 13), was doch bei Lathraea, Pedicularis, Stachys u. s. w. ganz sicher nicht der Fall ist und demnach auch ohne allen Zweifel für Euphrasia nicht anders

sein wird. Noch mehr muss es mich aber wundern, wie leicht derselbe über meine sehr triftigen Einwendungen gegen die Keimbläschen-Theorie hinweggeht und überhaupt Dasjenige, was ihm im Wege liegt, zu beseitigen versteht.

Die ganze Darstellung meiner Einwendungen gegen die Keimbläschen-Theorie, wie sie Radlkofer auf S. 23—25 gegeben, ist durchaus unrichtig, und muss ich mich deshalb ganz entschieden gegen dieselbe verwahren.

Ich habe bei Pedicularis und Lathraea mich immer und zwar einzig und allein auf das Hervorragen der Spitze des Embryoträgers über die Membran des Embryosacks, welche an dieser Stelle fehlt*), berufen und daraus den nothwendigen Schluss gezogen, dass dieser Embryoträger entweder hinein oder heraus gewachsen sein müsse. Für ein Hineinwachsen bestimmte mich aber einestheils die meistens sehr deutlich einwärts gedrängte Beschaffenheit der Membran des Embryosacks an dieser Stelle, anderentheils wieder ein Vergleich junger und älterer Zustände, welcher bewies, dass der Embryoträger späterhin sich in der Richtung des Knospenmundes nicht mehr verlängert, was auch Radlkofer gegen Hofmeister, der auf diese Weise meine Präparate zu erklären versuchte, zugeben muss. Wäre es mir nur früher, wie jetzt, bei Gladiolus und Watsonia gelungen, den Embryosack vor der Befruchtung unversehrt freizulegen, so hätte ich freilich gewusst, dass hier keine Pollenschläuche eingedrungen, wohl aber zwei Keimkörperchen aus der Membran des Embryosacks hervor gewachsen sind. Die letztere Thatsache aber, welche von Radlkofer bestritten wird, weshalb er auch so ohne weiteres meine Fig. 25 Taf. III des Mikroskops und Fig. 13 Taf. XVI der Flora 1855 „jedenfalls für Täuschungen", das Deecke'sche Präparat aber mit Hofmeister für ein „Kunstproduct" erklärt, ist jetzt durch die von mir mitgetheilten Beobachtungen an Watsonia zweifellos bewiesen, und es bedarf nicht einmal einer Präparation, um den schlauchförmigen Faden-Apparat der beiden Keimkörperchen sogar weit aus dem Knospenmunde jeder unbefruchteten Samenknospe hervorragen zu sehen.

Nun frage ich aber Jeden, der es wirklich unparteiisch in dieser Frage meint, ob die damals von mir nachgewiesenen Ver-

---

*) Pflanzenzelle S. 415. Mikroskop S. 141. Flora 1855. No. 10 (S. 5 des Separat-Abdrucks). No. 29 (S. 17 Anmerk. des Separat-Abdrucks). Botanische Zeitung 1855. No. 30 S. 535.

hältnisse, welche sich jetzt noch in einer viel grösseren Ausdehnung als Thatsachen herausstellen, mit der Keimbläschen-Theorie in ihrer dermaligen Auffassung vereinbar waren? ja ob sie selbst mit den neuesten Ansichten Radlkofer's verträglich sind? Das Deecke'sche Präparat aber musste von mir damals diejenige Deutung erhalten, welche ich ihm, in Uebereinstimmung mit Schleiden und Deecke, gegeben habe; ich musste dasselbe als ein durchaus beweisendes für unsere Ansicht begrüssen. Aber auch jetzt noch bin ich weit entfernt, es mit Hofmeister und Radlkofer für ein „Kunstproduct" zu erklären; denn 1) hat Deecke selbst nachträglich den Beweis geliefert, dass der schlauchförmige Embryoträger, welcher weit über den Embryosack hinausragt, sich weder vor- noch rückwärts schieben lässt; 2) aber ist kein Grund vorhanden, die Möglichkeit eines so lang hervorragenden Embryoträgers zu bestreiten, da bei Pedicularis und Lathraea Fälle vorkommen, wo der unzweifelhafte Embryoträger $\frac{16-31}{400}$ Millimetre weit über den Embryosack hervortritt, und bei Watsonia beide Keimkörperchen immer $\frac{104-120}{400}$ Millimetre weit über denselben hervorragen. 3) Beweist das Fehlen der sichtbaren, von einer Doppel-Contour umgebenen Ansatzstelle (Austrittsstelle) des Embryoträgers für mich nur, dass die Membran des Embryosacks sich hier an dieser Stelle nicht, wie in der Regel, stärker verdickt hat. Es kann aber, gleich wie das Vorkommen einer Zellenbildung im Innern des Embryoträgers, bevor derselbe das Endosperm erreicht hat, nicht sehr in die Wage fallen, indem ich für Gladiolus einen viel „beispielloseren Ausnahmefall", die Theilung beider befruchteten Keimkörperchen, dafür als Gegengewicht bringe.

Das häufige Vorkommen mehrerer Pollenschläuche im Knospenmunde hat mir nur zur Erklärung derjenigen Fälle, wo bei Pedicularis beide Keimkörperchen befruchtet wurden, gedient, es ist aber nicht, wie Radlkofer sehr mit Unrecht behauptet, „einzig und allein" die Stütze meiner bisherigen Annahme gewesen. Das Einzige, was ich mir aber selbst zum grossen Vorwurf mache, ist, dass ich nach vielen vergeblichen Versuchen, den unbefruchteten Embryosack bei Pedicularis und Lathraea freizulegen, zu früh davon abgestanden, weshalb ich die späteren Zustände, welche ich richtiger als Hofmeister und Radlkofer, die das freie Hervorragen des Embryoträgers über die Membran des Embryosacks übersahen, beobachtet habe, unrichtig deuten musste. Für die von Tulasne und mir angewendete Methode des Freilegens der

Embryosackspitze, für welche Radlkofer sich (S. 10) erst eine Entschuldigung erbittet, entschuldige ich mich endlich gar nicht, denn sie kann 1) nicht ohne die andere Methode, eine vergleichende Untersuchung des unbefruchteten und des befruchteten Embryosacks, bestehen, und 2) verdanken sowohl Tulasne als auch Radlkofer und ich ihr diejenigen wesentlichen Aufklärungen in dieser Frage, welche eine vergleichende Untersuchung ohne Freilegen der Embryosackspitze sicher niemals gebracht haben würde. Die Hauptschwierigkeit bleibt nur, für diese Methode die rechten Pflanzen zu finden, dann aber lässt sich nicht bezweifeln, dass sie entschieden den Vorzug verdient, wie Gladiolus, Watsonia und Canna beweisen mögen.

Doch kehren wir jetzt zur Hauptsache zurück:

Bald nachdem die Keimkörperchen mit dem Pollenschlauche in unmittelbare Berührung gekommen, bildet sich nun im unteren, im Embryosack befindlichen Theil derselben, in dessen Mitte der nunmehr verschwundene Zellkern gelegen, und der aus körnigem Protoplasma, von einer Hautschicht umhüllt, zu bestehen scheint, eine feste Zellstoff-Membran. Ganz allmälig wird alsdann der obere Theil, welcher bestimmt scheint, den Uebergang des Pollenschlauch-Inhalts zu vermitteln, von dem unteren, der sich zur Keimanlage ausbildet, durch eine Zellstoffwand getrennt (Gladiolus, Watsonia, Campanula). Es wird demnach nicht das ganze Keimkörperchen, sondern nur ein bestimmter Theil desselben durch die Befruchtung zur Keimanlage, und von diesem Theil wieder wird nur die Spitze selbst zum Embryo, der andere Theil aber bildet sich zum längeren oder kürzeren Embryoträger aus.

Bei einigen Pflanzen (Gladiolus, Watsonia) werden immer beide Keimkörperchen befruchtet, vielleicht weil hier, vermöge ihrer Beschaffenheit und Lage, immer beide mit dem Pollenschlauche in unmittelbare Berührung treten. Bei anderen dagegen ist es unbestimmt (Viola, Pedicularis), und wieder bei anderen scheint immer nur ein Keimkörperchen befruchtet zu werden (Cheiranthus, Zea). Fast ohne Ausnahme wird dessenohngeachtet immer nur ein Keim vollständig ausgebildet, indem, wenn auch zwei Körperchen befruchtet wurden, dennoch nur das Eine zur Ausbildung kommt, worauf das Andere früher oder später verschwindet. Die verkümmerten Keimkörperchen lassen sich vielfach neben dem zur Entfaltung gekommenen als körnige, zusammengesunkene Masse nachweisen. Bei

Citrus entwickeln sich dagegen viele Keimanlagen, auch kommen hier mehrere Keime zur Ausbildung.

Wenn ein Keimkörperchen befruchtet ist und sich weiter entwickelt, so entsteht nahe seinem freien Ende zuerst ein Zellkern und bald darauf über demselben eine wagrechte Scheidewand (Gladiolus, Watsonia, Zea, Canna, Cheiranthus, Pedicularis, Lathraea, Campanula, Citrus). Die jetzt vorhandene Zelle nun wird zur Mutterzelle für die Keimanlage; aus ihr bildet sich durch wiederholte, sehr regelmässige Zellentheilung sowohl der aus Zellen bestehende Theil des Embryoträgers als auch der Keim selbst. Der über der entstandenen Scheidewand gelegene Theil vermittelt die Befestigung der Keimanlage an den Embryosack, welche noch längere oder kürzere Zeit fortdauert.

Im Pollenschlauche scheinen sich, Citrus ausgenommen, weder Zellen noch Zellenkerne zu bilden; es gelang mir auch nicht, in ihm zu irgend einer Zeit Samenfäden (Spermatozoen) nachzuweisen. Wenn derselbe mit den Keimkörperchen in Berührung tritt, enthält er nur feinkörnige Stoffe; Stärkemehlkörner, früher häufig in ihm vorhanden, sind um diese Zeit verschwunden. Mit den Keimkörperchen in Berührung, erweitert sich das Ende des Pollenschlauches mehr oder weniger (Gladiolus, Watsonia, Canna, Capsella, Carica Papaya), und seine Wand verdickt sich oder quillt vielmehr auf, wobei sich bisweilen sogar die einzelnen Verdickungsschichten von einander lösen (Carica Papaya) und gallertartig erweicht zu sein scheinen. Eine sichtbare Oeffnung im Pollenschlauche ist mir dagegen auch um die Zeit der Befruchtung niemals vorgekommen, wohl aber vermuthe ich, dass bei der Erweichung seiner Membran mit Hülfe des Saug-Apparates der Keimkörperchen ein Durchgang seines Inhalts ohne vorherige Auflösung der in ihm vorhandenen festen Theile (Körnchen) stattfindet. Nach der Befruchtung ist das Pollenschlauchende in der Regel durchaus leer, und seine Wand erscheint bei Gladiolus bisweilen an denjenigen Stellen, wo der Faden-Apparat der Keimkörperchen gehaftet, punktirt, was vielleicht eine siebartige Durchlöcherung anzeigt, vielleicht aber auch nur durch die Abdrücke der Fäden an ihr hervorgerufen sein kann?

Das Dasein des Faden-Apparates gerade an der Berührungsstelle (Gladiolus, Watsonia, Zea), welches den Eintritt eines grösseren Körpers in das Keimkörperchen geradezu unmöglich macht, bestimmt mich zunächst, an dem Dasein wirklicher Spermatozoen im Pollenschlauche, wenigstens für genannte Pflanzen, zu zweifeln;

nisses der Tafeln habe ich dieselben Dinge bei allen Figuren mit denselben Buchstaben bezeichnet. Die Bruchzahl neben jeder Figur giebt die Vergrösserung derselben.

ch. Chalaza.
edp. Endosperm.
em. Embryo.
f. Funiculus.
ie. Integumentum externum.
ii. - internum.
is. - simplex.
nc. Nucleus.
ra. Raphe.
se. Sacculus embryonalis.
tp. Tubus pollinis.
q. die Ansatz- oder richtiger Austrittsstelle des Keimkörperchens.
x. der Faden-Apparat des Keimkörperchens.
y. die Protoplasmakugel des Keimkörperchens.
z. die Gegenfüssler der Keimkörperchen.

Taf. XI.

Fig. 1—7. Watsonia*).

Fig. 1. Eine Samenknospe aus einer noch nicht geöffneten Blüthe, im Längsschnitt.

Fig. 2. Die Spitze einer anderen, nach Entfernung des äusseren Integuments, ebenfalls vor der Befruchtung und zwar im ersten Augenblick der Betrachtung. x^{I} $\frac{8}{400}$, x^{II} $\frac{18}{400}$ Millimetre über den Knospenmund hervorragend.

Fig. 3. Der Faden-Apparat beider Keimkörperchen vor der Befruchtung.

Fig. 4. Die beiden Keimkörperchen mit dem Pollenschlauche aus einem Fruchtknoten, dessen Blüthe eben verwelkt ist, frei gelegt.

Fig. 5. Ein anderes, dem vorigen ähnliches Präparat. Die Keimkörperchen sind $\frac{120}{400}$ M. lang, wovon $\frac{103}{400}$ M. auf den ausserhalb des Embryosacks befindlichen Theil kommen.

Fig. 6. Die beiden kürzlich befruchteten Keimkörperchen, nach sorgfältiger Entfernung des Pollenschlauches, wobei der Faden-Apparat x^{II} abgerissen ist.

Fig. 7. Ein etwas weiter entwickelter Zustand, wie die vorigen, vollständig frei gelegt. Das zur Ausbildung gekommene Keimkörperchen misst im Ganzen $\frac{188}{400}$ M., der Theil ausserhalb des Embryosacks beträgt $\frac{120}{400}$ M.

Fig. 8—14. Viola tricolor.

Fig. 8. Eine Samenknospe kurz vor der Bestäubung aus einer sich öffnenden Blüthenknospe, als Längsschnitt, im ersten Augenblick der Betrachtung.

Fig. 9. Die Spitze des Embryosacks kurz nach der Befruchtung, wie bei den folgenden Präparaten, frei gelegt. Die Spitze des befruchteten Keimkörperchens ragt hier ein wenig über den Embryosack hervor.

Fig. 10. Die Ansatzstelle (q) des Keimkörperchens sehr deutlich, ebenso auf Fig. 14, wo beide Körperchen befruchtet wurden.

Fig. 11. Die Ansatzstelle (q) als kesselförmiger Eindruck, den, wie die folgende Figur zeigt, der Pollenschlauch veranlasst hat.

Fig. 12 u. 13. Zwei Präparate mit erhaltenem Pollenschlauche, dessen Endigungsweise auf Fig. 13 zweifelhaft bleibt.

---

zu wünschen übrig. Das Verfahren bleibt dasjenige, wie ich es auf S. 193 des Mikroskops angegeben habe.

*) Sämmtliche Figuren sind von derselben Species.

Fig. 14. Zwei befruchtete Keimkörperchen mit sehr deutlichen kreisförmigen Ansatzstellen.

Taf. XII.

Fig. 1 — 11. Canna*).

Fig. 1. Der Längsschnitt einer Samenknospe zur Zeit des Aufblühens.

Fig. 2. Die Spitze des Embryosacks aus derselben im ersten Augenblick der Betrachtung.

Fig. 3. Die Spitze einer eben-befruchteten Samenknospe um die Zeit, wo die Blüthe abfällt; b der im Embryosack befindliche Theil des Pollenschlauches.

Fig. 4. Ein gleiches Präparat. Das befruchtete Keimkörperchen (y II) hat schon die erste Zelle (a) des Keims gebildet.

Fig. 5. Ein Präparat aus einem wenig späteren Zustand, von der einen Seite frei gelegt.

Fig. 6. Der Pollenschlauch aus der vorigen Figur isolirt, wobei das befruchtete Keimkörperchen zerstört wurde. Der in den Embryosack gedrungene Theil (b) ist $\frac{23}{100}$ M. lang.

Fig. 7. Ein ähnlicher, nur etwas späterer Zustand als Fig. 5, gleichfalls nur von der einen Seite frei gelegt.

Fig. 8. Der Pollenschlauch der vorigen Figur mit dem an ihm haftenden Keimkörperchen nunmehr vollständig isolirt. Der in den Embryosack gedrungene Theil des Pollenschlauches misst $\frac{30}{100}$ M.**)

Fig. 9. Ein Pollenschlauch mit einem erst kürzlich befruchteten Keimkörperchen vollständig frei gelegt, und zwar im frischen Zustand gezeichnet.

Fig. 10. Dasselbe Präparat, wie es sich jetzt unter Chlorcalciumlösung darstellt. Der in den Embryosack gedrungene Theil (b) ist $\frac{34}{100}$ M. lang.

Fig. 11. Ein anderer, etwas späterer Zustand frei gelegt. Die Keimanlage erscheint hier, weil der obere Theil y des Keimkörperchens unkenntlich geworden, als Fortsetzung des Pollenschlauches.

Fig. 12 u. 13. Stachys silvatica.

Fig. 12. Ein kürzlich befruchteter Embryosack, frei gelegt.

Fig. 13. Ein späterer Zustand frei gelegt. Der Embryoträger ragt $\frac{8}{100}$ M. frei über die Membran des Embryosacks hervor.

Fig. 14 — 16, Pedicularis silvatica.

Fig. 14. Dasjenige Präparat, welches auf Taf. II der Flora von 1855 als Fig. 4 und auf Taf. III des Mikroskops als Fig. 25 gegeben ist, nachdem ich es auf eine andere Glastafel übertragen und mit einem sehr feinen Deckglase belegt habe; ? möchte vielleicht die Ansatzstelle des zweiten Keimkörperchens, ?? aber der Ueberrest des Pollenschlauches sein. Der Embryoträger sieht $\frac{1}{100}$ M. frei über den Embryosack hervor.

---

*) Wiederum sind sämmtliche Figuren von einer und derselben Pflanze.

**) Das Fig. 12 Taf. II der Flora von 1855 von mir abgebildete Präparat entspricht demselben, jedoch waren durch ein späteres Unglück die Zellen der Keimanlage zerdrückt worden, weshalb ich vorzog, nur die Umrisse dieses Präparates zu zeichnen, was auch am betreffenden Orte bemerkt ist. Das als Fig. 10 auf derselben Tafel abgebildete Präparat ist leider neuerlich, bei dem Versuch, es vollständig frei zu legen, verloren gegangen. Die Keimanlage, welche ich damals für ein Seitenauswuchs des Pollenschlauches halten musste, gehört jetzt allerdings den Keimkörperchen an.

Fig. 14. Ein schon mehr entwickelter Zustand des Keimes. Vom Achsentheil treten bereits Cambiumbündel in die Samenlappen hinüber. Die Bezeichnung wie auf Fig. 11.

Fig. 15. Längsschnitt einer befruchteten Samenknospe (Ende August). Als seltener Fall kommt hier sogar nahe der Chalaza eine Keimanlage vor (em*), während dieselben im Allgemeinen die obere Hälfte des Keimsacks nicht zu überschreiten pflegen.

Taf. XV.

Fig. 1—7. Cheiranthus Cheiri.

Fig. 1. Eine Samenknospe vor der Bestäubung, im Längsschnitt.

Fig. 2. Der Knospenkern mit drei Embryosäcken (a, b u. c), frei gelegt.

Fig. 3. Ein Embryosack vor der Befruchtung, frei gelegt.

Fig. 4. Die Spitze desselben, stärker vergrössert. q^{I} u. q^{II} die Ansatzstellen der beiden Keimkörperchen. y^{II} ist als schwacher Umriss erhalten.

Fig. 5. Ein eben befruchteter Embryosack.

Fig. 6. Ein kurz darauf folgender Zustand mit zwei Pollenschläuchen.

Fig. 7. Ein etwas späteres Stadium.

Fig. 8—14. Campanula Medium.

Fig. 8. Eine Samenknospe kurz vor der Blüthezeit, als Längsschnitt eingestellt, unter Kalilösung gesehen.

Fig. 9. Der Embryosack der vorigen Figur stärker vergrössert, nicht isolirt.

Fig. 10. Die Samenknospe in einem späteren Zustand, wieder als Längsschnitt eingestellt.

Fig. 11—13. Die Spitzen dreier befruchteter Embryosäcke, frei gelegt. Auf Fig. 11 sind die Ueberreste beider Keimkörperchen, auf den beiden anderen Figuren jedoch nur das befruchtete sichtbar, und zwar immer etwas über die Membran des Embryosacks hervorragend.

Fig. 14. Der obere Theil des Embryoträgers, ganz frei gelegt. a der Theil über, b derjenige unter der entstandenen Scheidewand. a entspricht wahrscheinlich dem Theile x der Keimkörperchen von Gladiolus und Watsonia. Derselbe misst bei Fig. 11 $\frac{2}{100}$ M., bei den beiden anderen dagegen $\frac{3}{100}$ M.

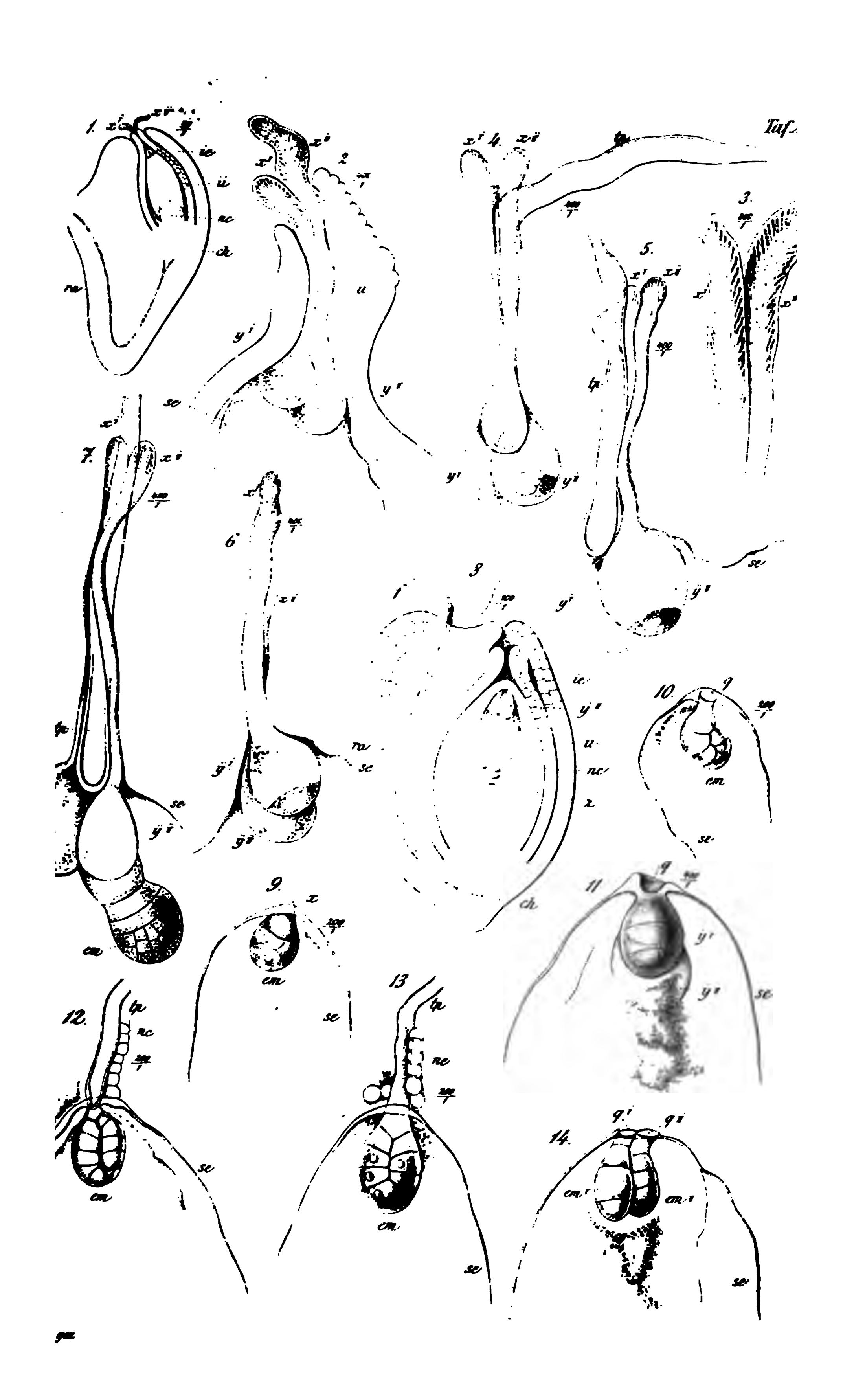
Fig. 15. Lathraea squamaria.

Das Präparat, welches auf Taf. II der Flora 1855 als Fig. 7 und auf Taf. III des Mikroskops als Fig. 19 dargestellt ist, nachdem dasselbe auf eine andere Glastafel übertragen und mit einem sehr zarten Deckglase belegt worden. Auch die neue Zeichnung kann in der Figur nichts ändern; der Embryoträger (a u. b) ragt $\frac{1}{100}$ M. frei über den Embryosack hervor, dessen Membran hier scheinbar eingestülpt ist. Es ist auf keine Weise mehr als eine einzige, sehr schwach contourirte Ansatzstelle (Austrittsstelle) bei q sichtbar zu machen*). c die vordere Aussackung des Embryosacks.

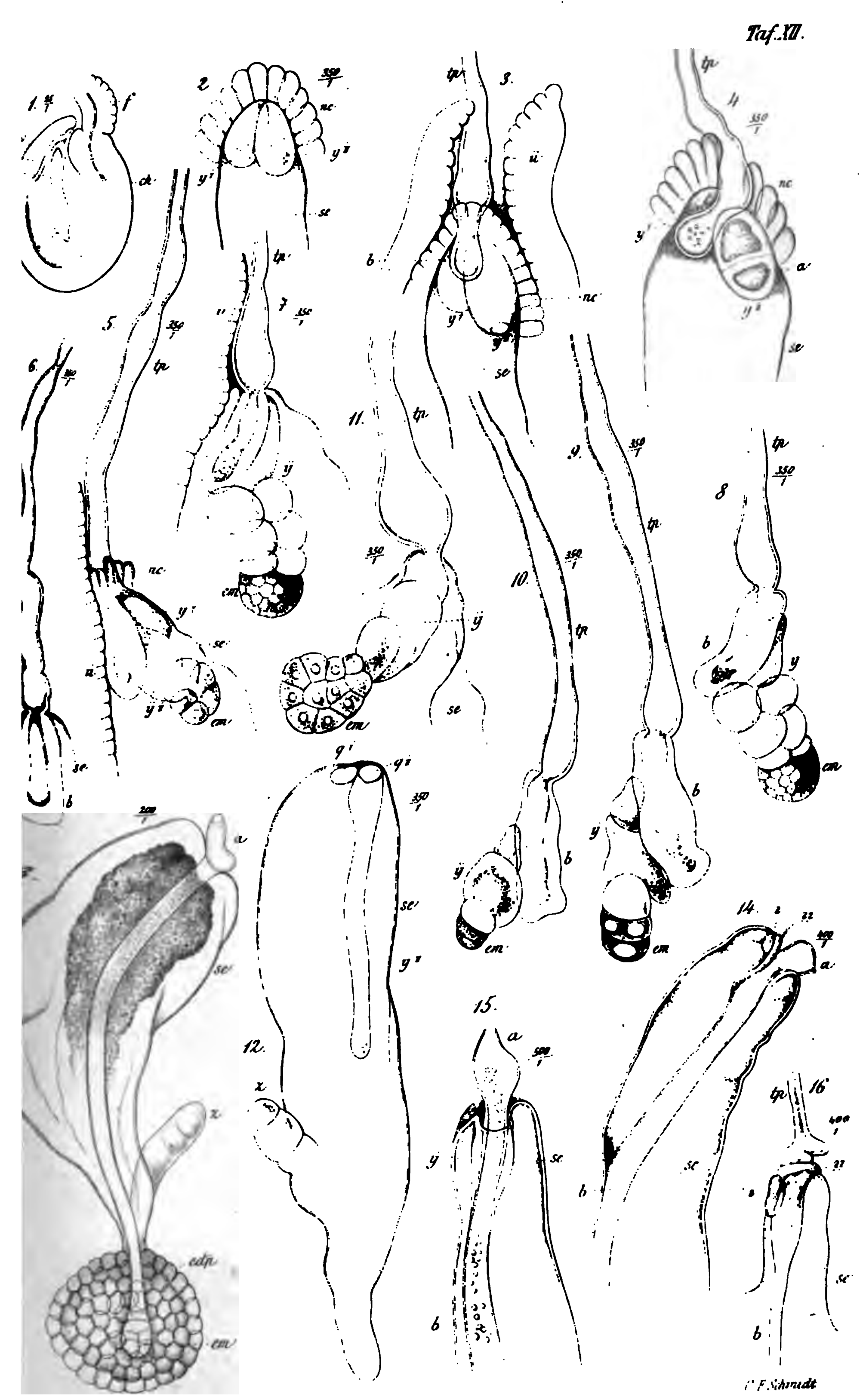
Funchal auf Madeira, September 17. 1856.

---

*) Radlkofer behauptet nun, dass ich in dieser Figur, welche ihm „absonderlich" erscheint, beide Ansatzstellen in eine verschmolzen hätte, und Hofmeister gab früher eine andere eben so unrichtige Interpretation derselben. Die Fig. 14, 15 u. 16 auf Taf. XII, welche, wie wir sahen, vollkommen naturgetreu ihre richtige Erklärung gefunden haben, sind ferner nach Radlkofer „Dinge, welche jedenfalls auf Täuschungen beruhen".

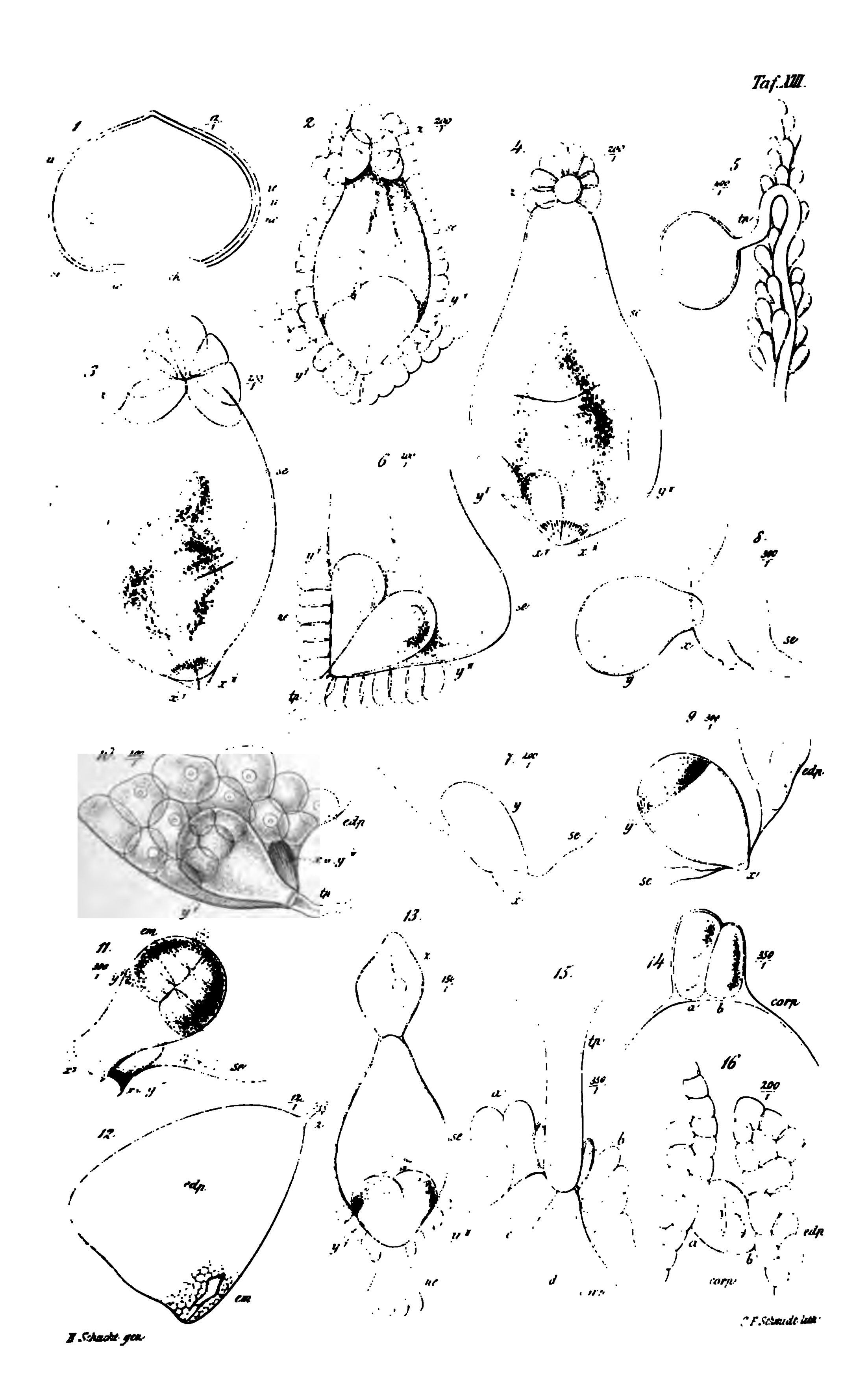


Taf. XII.

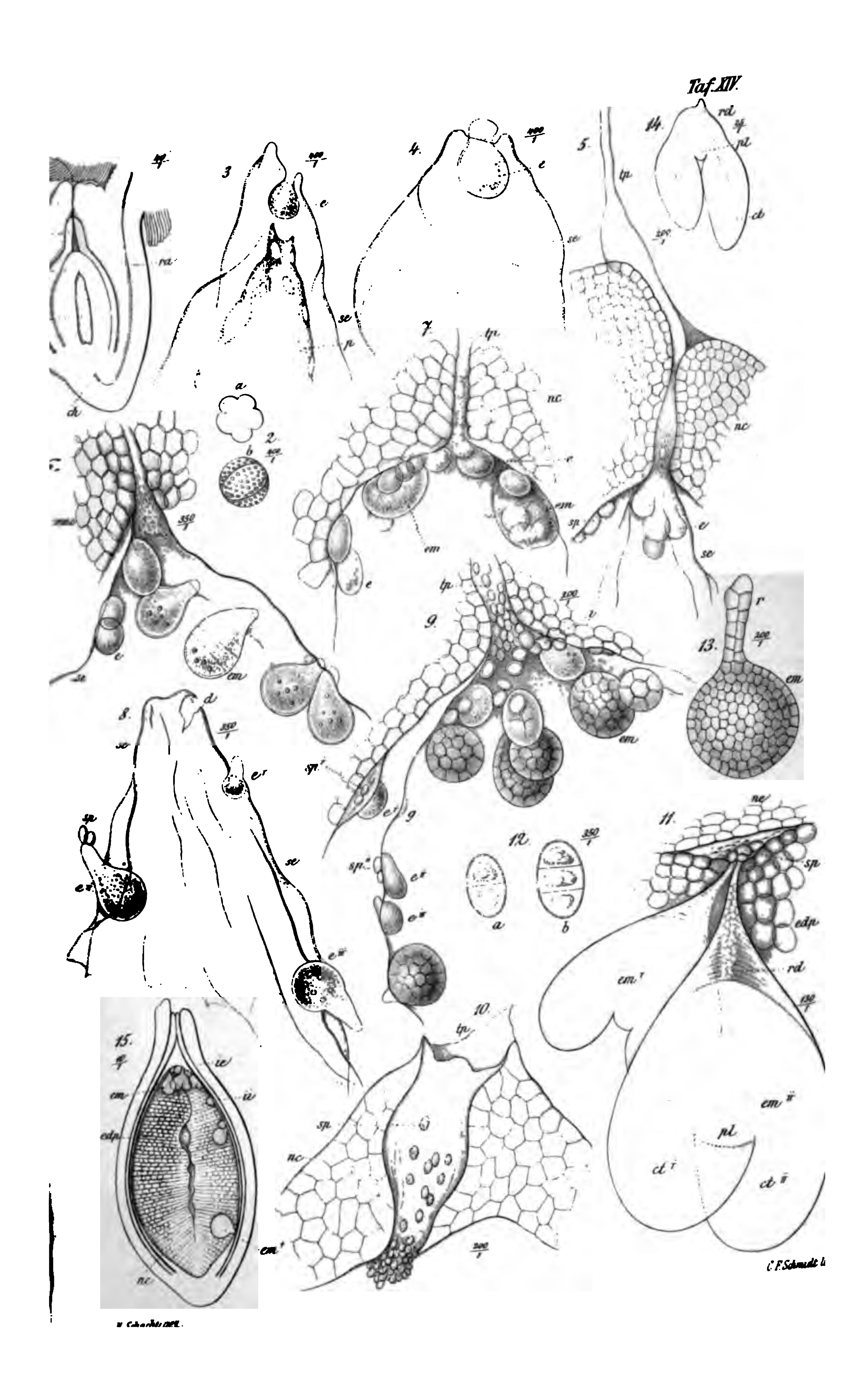


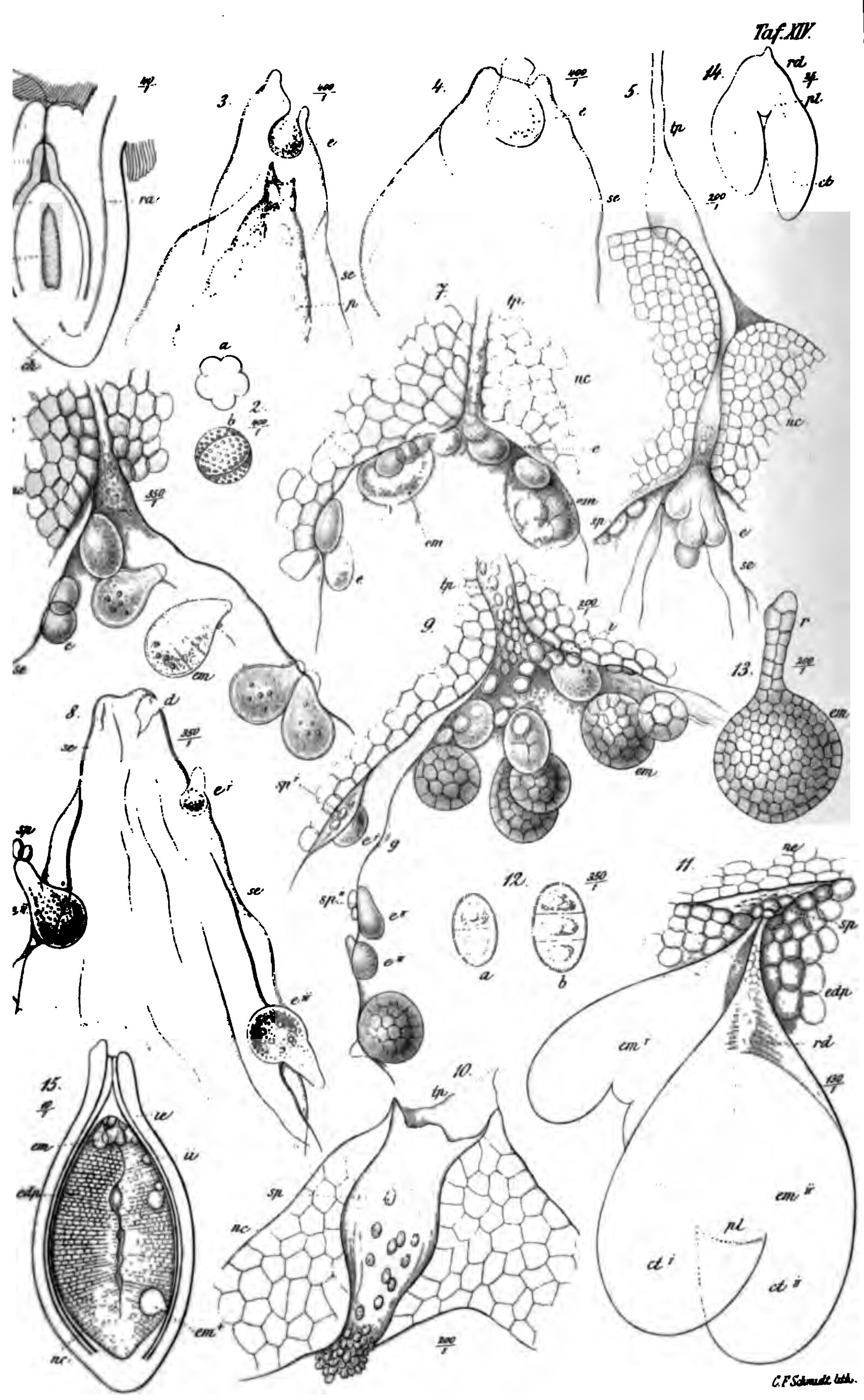
C. F. Schmidt





H. Schacht gez. C. F. Schmidt lith.


Taf. XIV.
C. F. Schmidt lith.



H Schacht gez.

C.F. Schmidt lith.

Ueber den Zusammenhang der Blattstellung mit dem Bau des dicotylen Holzringes

von

Johannes Hanstein.

Die Lehre von der Blattstellung hat nachgewiesen, dass die Blattorgane an der Axe des Pflanzenkörpers nach einem bestimmten geometrischen Gesetze vertheilt sind. Sie hat dies Gesetz durch Beobachtung der Blätter auf der Stengeloberfläche, durch Construction von Linien, welche die Blattansätze verbinden, und durch Bestimmung der Winkel, in denen die Blätter in ihrer Richtung von einander abweichen, näher festgestellt.

Es hat sich dabei ergeben, dass ursprünglich alle Blätter in einer Spirallinie erscheinen, innerhalb welcher sie Abweichungs- oder „Divergenzwinkel" zeigen, die für dieselbe Blattformation an einem Spross oder einer Pflanzenart annähernd constant sind, und welche in zweckmässigster Weise als Brüche des Kreises so ausgedrückt werden, dass ihre Zähler zugleich die Zahl der Spiralumläufe, und ihre Nenner die Zahl der Blätter angeben, welche erscheinen, bevor ein solches wieder genau über das Ausgangsblatt zu stehen kommt.

Es ist dadurch festgestellt, dass unter allen vorkommenden Blattstellungen diejenigen die häufigsten sind, deren Divergenzen ihrem Werthe nach zwischen $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{3}$, oder genauer zwischen $\frac{2}{5}$ und $\frac{3}{8}$ Kreis dergestalt schwanken, dass sie sich in die Ordnung einer Kettenbruchreihe, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{2}{5}$, $\frac{3}{8}$, $\frac{5}{13}$, $\frac{8}{21}$ etc. der sogenannten Hauptkette, stellen lassen.

Es ist ferner bekannt, dass jedes Blatt ein oder mehrere Gefässbündel aus dem Holzkreise des Stengels enthält, welche aufwärts

das Blatt mit Gefässen versorgen, abwärts zugleich mit dem übrigen Holze im Stengel hinabziehen. Und zwar stammen die Blattgefässbündel aus dem innersten Ringe des Holzes, der als sogenannte Markscheide das Mark umgiebt.

Da nun jede in der äusseren Erscheinung ausgeprägte Gestaltung im inneren Bildungsgesetze des Organismus selbst ihren Grund finden muss, so liegt die Frage nah, in welchem Zusammenhang die Blattstellung mit dem Bau und der Entwickelung des Sprosses selbst stehen, und wie sie sich in seinem Innern wiederspiegeln möge.

Mehrfache darauf zielende Untersuchungen sind daher angestellt, die umfassendsten von Lestiboudois*), welcher besonders in einer Anzahl von Pflanzen, die decussirte oder rein alterne Blätter tragen, eine diesen Stellungen völlig entsprechende Symmetrie des Holzringes nachgewiesen hat.

Weniger erschöpfend sind jedoch dieses und anderer Forscher Untersuchungen an Stengeln mit spiralständigen Blättern. Man begnügt sich im Allgemeinen zu schnell mit dem Ausspruch, dass die Gefässstränge der Blätter Verzweigungen derjenigen des Stengels seien, und selbst Lestiboudois, der der Gesetzmässigkeit dieser Verzweigung nachspürt, verlässt bald den sicheren Boden der Beobachtung und giebt sich mit einer allgemein schematisirenden Darstellung zufrieden. Weder er noch Andere haben die Untersuchung erschöpfend genug bis zu den mikroskopischen Elementartheilen fortgeführt und so die Entscheidung der Frage vor die letzte Instanz gebracht.

Da es mir nun schien, dass, mochte die Antwort ausfallen wie sie wolle, doch immer dabei ein gewisser Gewinn für die vergleichende Phytotomie zu erlangen sein müsse, so habe ich noch einmal versucht, die Fragen:

1) in wie weit einerseits die Blattstellungsgesetze in der Elementar-Anatomie des Stengels wieder zu erkennen seien, und
2) welchen Einfluss andererseits der Bau und die Entwickelung des Sprosses selbst etwa auf die Anordnung der Blätter und ihrer Theile ausüben möchte,

ihrer Beantwortung durch vergleichende Betrachtung der Stengel-Anatomie näher zu führen.

Die Vorführung einiger Beispiele mag am einfachsten dienen, die bisher gewonnenen Ergebnisse darzulegen, und ich beginne mit

*) Lestiboudois, Phyllotaxie anatomique. Ann. d. sc. nat. III. X. Bot.

einer Pflanze, welche von besonders einfachem Bau des Holzringes, geeignet ist, die zu besprechenden Verhältnisse vorzugsweise übersichtlich zu zeigen.

Arabis albida.

Die ausdauernden Sprosse von Arabis albida, welche zahlreiche Laubblätter an ziemlich kurzen Stengelgliedern tragen, gewähren ein gutes Beispiel einer normalen, d. h. der „Hauptkette" angehörigen Blattstellung, wenn schon sich keins der einfacheren Stellungsverhältnisse, $\frac{2}{5}$, $\frac{3}{8}$, $\frac{5}{13}$, $\frac{8}{21}$, wie die Betrachtung der Blattrosette zeigt, ganz genau ausspricht, und höhere sich nicht mehr abschätzen lassen. Dem Augenmaass nach hält die Anordnung zwischen den genannten Divergenzen etwa das Mittel, sich bald dieser, bald jener scheinbar mehr zuneigend.

Auf dem entrindeten Zweig kommen einem bei Beurtheilung der gegenseitigen Ueberordnung der Blätter die Streifen der Bastschicht zu Hülfe, welche, unter sich und der Stengelaxe annähernd parallel, die Fehler vermeiden lassen, die etwa aus secundärer Drehung und Biegung des Stengels entspringen möchten. Indem sich durch diese die Ansätze von einer Zahl über einander folgender Blätter auf eine gegen die Stengelaxe senkrechte Kreisebene projiciren, sieht man leicht, dass jedes sechste Blatt neben dem entsprechenden ersten nach der Seite des dritten hin steht, und dass mithin die sechs ersten Blätter in der Peripherie derselben in der Ordnung 1, 4, 2, 5, 3, 6, 1 auf einander folgen.

Bei mikroskopischer Betrachtung eines Querschnittes (XVI. 1), der mitten aus dem Stengel, wo derselbe mit entwickelten Blättern besetzt ist, entnommen ist, findet man unterhalb des Rindenparenchyms zunächst diese Bastschicht wieder (Fig. 1, b), bestehend aus wenigen Reihen jener weiten, verhältnissmässig kurzen prismatischen Bastzellen, welche oft den Erstlingsbast selbst bei Holzgewächsen ausmachen. Dieselbe ist nicht ringsum gleichmässig, sondern vielmehr stellenweis dünner oder auch wohl unterbrochen und aus streckenweis bald weiteren, bald weniger weiten Zellen gebildet, so dass sie aus einzelnen Bogenstücken zusammengesetzt erscheint. Diese Ungleichheit veranlasst eben jene oberflächliche Streifung des entrindeten Stengels. Auf die Bastschicht folgt ein in der Entstehung begriffenes Periderma (p), dann eine Lage feinzelligen Rindenparenchyms (r), dann die Cambialschicht (c), die nach innen in den

eigentlichen Holzring (t) übergeht, der seinerseits in ziemlich geschlossener, aber im Allgemeinen dünner Lage das Mark (m) umgiebt.

Aber auch dieses ist nicht gleichmässig. Vielmehr zeigen sich zweierlei Gefässe; dem Cambium näher sieht man die Oeffnungen prismatischer, vier- bis sechskantiger, kurzgliedriger, getüpfelter Gefässe (t), die oft vergleichsweise weit erscheinen und ringsum in grosser Zahl verbreitet sind; mehr nach innen finden sich ziemlich kreisrunde, engere Lumina echter Spiralgefässe (s) in einzelnen, meist gegen das Mark vorspringenden Gruppen. Jene weiten getüpfelten, wie diese engen abrollbaren Gefässe sind mit feinen, grossentheils kaum verdickten Holzzellen (h) untermischt und besonders nach innen von ihnen umgeben. Ueberdies ist ihre Kreisstellung rings um das Mark her von einzelnen kleinen Bündeln anderer stark verdickter, getüpfelter Holzzellen (Fig. 1, 8, h') unterbrochen, wodurch sie selbst in eine Anzahl grösserer Gruppen mehr oder weniger deutlich getrennt werden, welche eben die einzelnen sogenannten Gefässbündel vorstellen. Je näher der Gipfelknospe, desto deutlicher wird diese Sonderung. Dagegen findet im entwickelten Spross eine Trennung der Gruppen durch breitere Markstrahlen nicht Statt.

Man sieht diese Gefässbündel nun unter sich verschieden gestaltet und ungleich aus ihren Elementen zusammengesetzt. Nicht schwer findet man aus allen dasjenige heraus, das in den zunächst oberhalb des Schnittes entspringenden Blattstiel laufen soll, da es, zumal dicht unter dem Blatte, vor allen anderen durch Grösse und Gestalt ausgezeichnet ist (Fig. 1, 1). Es beginnt an seiner der Stengelaxe zugekehrten Seite mit einer Gruppe feiner, langgestreckter Zellen (h). Um diese stellen sich halbmondförmig die Spiralgefässe (s), erst sehr fein, dann nach und nach etwas weiter, in mehreren Reihen. Nun folgen meist eine oder ein Paar Reihen getüpfelter, kantiger Gefässe (t). Die beiden Gefässarten lassen sich unter dem Mikroskop durch mancherlei optische Verhältnisse viel leichter unterscheiden, als es sich in einer zumal so kleinen Zeichnung des Querschnittes wiedergeben lässt, obwohl es auf einem solchen sich freilich auch am Object selbst nicht immer erkennen lässt, zu welcher Form jedes einzelne Gefäss gehört. Das ganze Bündel ist nach aussen gegen das Cambium zu gewölbt, nach innen flach oder etwas keilförmig vorspringend.

Beachtet man nun die Drehung der Blattspirale [illegible]

Stengel und die Baststreifung, so wird man diesem Gefässstrange des nächst niedrigsten Blattes schräg gegenüber leicht einen anderen wahrnehmen (2), der durch seine Aehnlichkeit mit jenem verräth, dass er für das nächst höhere Blatt bestimmt ist. Er gleicht in den allgemeinen Verhältnissen dem ersten, erscheint nur etwas weniger halbmondartig gekrümmt und ist gewöhnlich etwas reicher an weiteren prismatischen Tüpfelgefässen (t), etwas ärmer an engen abrollbaren Spiralgefässen (s).

Eine vergleichende Prüfung der übrigen Gefässgruppen des Kreises lässt in einem Abstand vom zweiten Bündel, welcher gleich dem zwischen diesem und dem ersten ist, eine dritte Zellgruppe als Bündel des dritten Blattes erkennen, welche, an Gestaltung und Bestandtheilen sich etwa zum Strang 2 verhaltend, wie dieser zu 1, noch mehr Tüpfel- und noch weniger Spiralgefässe besitzt und im Ganzen weit schmaler und schwächer ist. Er steht dem ersten Strange näher als dem zweiten, und alle drei geben die Abstände der ersten drei Blätter in horizontaler Projection.

Dieses Abstandsverhältniss dreier Blätter muss sich in stetiger Folge den Stengel hinauf wiederholen. Wie vom ersten das zweite und dritte, ebenso weicht von diesem das vierte und fünfte ab. Jede Dreizahl auf einander folgender Blätter theilt den Stengelumfang in proportionale Abschnitte; ebenso also müssen die zugehörigen Gefässstränge den Holzring theilen. Dadurch lässt sich der Ort ermitteln, wo das vierte Blattgefässbündel zwischen dem ersten und zweiten zu suchen ist. Prüft man nun den Querschnitt an dieser Stelle, so fällt einem freilich keine Zellgruppe als so deutlich gesondert und so abgeschlossen in ihrer Gestalt auf, als jene ersten drei. Man bemerkt vielmehr einen oft ganz zusammenhängenden Bogen prismatischer Tüpfelgefässe, der fast den ganzen Abstand der Gefässstränge 1 und 2 erfüllt. Doch zeigt sich an seiner centralen Seite, etwas näher an Bündel 1 als an 2, eine nach innen vorspringende Gruppe feiner Spiralgefässe (4). Dieselben sind zwar weit weniger zahlreich, als sie es in den drei ersten gesonderten Strängen sind, und nach aussen von einer viel stärkeren Lage von Tüpfelgefässen begleitet; doch lassen ihre Stellung im Kreise und der Vergleich mit jenen dreien keinen Zweifel, dass sie zu dem Gefässbündel gehören, welches aufwärts in das von der Schnittstelle aus vierte Blatt geht.

Wie diese Gefässgruppe zwischen Strang 1 und 2 im Holzringe genau an der Stelle des vierten Blattes steht, so findet sich eine

ähnliche zwischen 2 und 3 genau dort, wo oberhalb der fünfte Blattstrang abgeht, gebildet durch eine starke Bogenlage weiter Tüpfelgefässe, an deren inneren Seiten sich eine noch kleinere Gruppe von Spiralgefässen findet (5) und ebenso ein sechstes Bündel am Orte des sechsten Blattes, dicht neben dem ersten, dessen Spiralgefässe meist nur noch sehr wenige sind, begleitet von sehr zahlreichen und weiten Tüpfelgefässen (6).

Die Gleichheit der Abstände dieser sechs Zellgruppen in ihrer Aufeinanderfolge bei zweimaliger Umkreisung des Holzringes, der allmähliche Uebergang ihrer Gestalten vom ersten bis zum sechsten und die Uebereinstimmung ihrer Stellung im Innern mit der Anordnung der Blattansätze draussen auf der Stengelfläche lassen keinen Zweifel, dass sie den sechs Gefässsträngen entsprechen, die oberhalb des gegebenen Schnittes in die sechs ersten Blätter laufen. Solche sechs Gefässbündel finden sich leicht in jeglichem Querschnitte jedes Arabis-Stengels.

Aber es ist in der vorliegenden Abbildung noch mehr zu finden. Wie der sechste Blattstrang zwischen dem dritten und ersten erscheint, so lässt sich in kräftigen Sprossen auch noch die Spur eines siebenten zwischen dem vierten und zweiten finden. Denn die Bogenreihe der Tüpfelgefässe, welche vom vierten Strange an gegen den zweiten hin fortläuft, zeigt zwischen beiden noch eine abgesonderte sehr kleine Gruppe von Spiralgefässen (7) auf ihrer centralen Seite. Und ebenso ist auch endlich noch eine achte Gruppe zwischen dem fünften und dritten Strange unverkennbar, obschon bei ihr nur äusserst wenig abrollbare Gefässe mit Mühe zu finden sind und sie nur fast aus Tüpfelgefässen (8) besteht.

Es lassen sich so auf irgend einem gegebenen Querschnitte eines Arabis-Sprosses stets sechs, häufig acht Gefässbündel bemerken, die schon bei Betrachtung eines einzelnen Querschnittes mit grosser Wahrscheinlichkeit als den ersten sechs bis acht auf einander folgenden Blättern zugehörig zu deuten wären; und was bei Betrachtung eines Schnittes wahrscheinlich wird, erhebt sich zur thatsächlichen Gewissheit, wenn man Schnitte aus auf einander folgenden Interfolien mit einander vergleicht und Strang für Strang durch sie hindurch verfolgt. Jeder einzelne nimmt, während er durch den Stengel aufwärts zieht, nach und nach alle die Gestalten an, die wir auf einem gegebenen Querschnitte zugleich im Kreise erblicken, als acht verschiedene Zustände von acht verschiedenen Bündeln.

Alle miteinander stehen in ungefährer Folge einer $\frac{3}{8}$-Stellung, d. h. sie bilden die Horizontalprojection der dreimal um den Spross gewundenen Blattspirale mit nahezu $\frac{3}{8}$-Divergenz.

Wo man den Stengel auch durchschneidet, findet man ein ähnliches Bild, dass sich stets auf das beschriebene zurückführen lässt, wenn man den Gefässstrang des nächst austretenden Blattes zum Ausgangspunkt nimmt. Nur dass, je tiefer in den Stengel hinab, die Zahl der getüpfelten weiten Gefässe, die zur Verstärkung des Holzringes dienen, desto grösser wird, und dass das siebente und achte Bündel nicht überall deutlich, oft gar nicht erkennbar sind (Fig. 7 u. 8).

Dass aber die Gefässbündel normal gestellter spiralständiger Blätter im Holzringe herabziehend überall in ihrer ursprünglichen Ordnung wiederzufinden sind, ist im Grunde nur die factische Bestätigung dessen, was man sich schon lediglich aus der Betrachtung der Stengeloberfläche, ohne erst zu zergliedern, hätte denken können. Es ist daher weiter zu fragen, wo endlich die Stränge aufhören, einzeln unterscheidbar zu sein, wo sie ihren Ursprung nehmen und mithin, in welchem letzten Zusammenhang sie schliesslich unter einander stehen und was sich dabei für den Bau des gesammten Holzringes ergebe.

Fasse man noch einmal irgend einen einzelnen Blattgefässstrang ins Auge und folge ihm in seinem Lauf durch den Stengel, von seinem Austritt in das Blatt an abwärts. Man könnte dazu am sichersten den ganzen Spross Schnitt für Schnitt abtragen, oder ihn wenigstens auf mehreren Schnitten in jedem Interfolium betrachten. Doch wird man sich, nachdem man eine Anzahl derselben untersucht hat, bald überzeugen, dass man durch Vergleichung der auf einem und demselben Schnitte vereinigten Gefässstränge schneller und eben so gut zum Ziele kommt, nachdem man nur wenige Schnitte aus den verschiedenen Höhen des Stengels entnommen hat. Dabei ist beim Vergleich der Gefässbündel verschiedener Blätter nicht zu vergessen, dass natürlich, wie diese, so auch jene nicht alle unter einander von absolut gleicher Stärke sein können.

In der Basis des Stiels von einem ausgewachsenen Blatte selbst zeigt der Querschnitt des Gefässstranges eine starke Halbmondstellung abrollbarer Spiralgefässe. Ihre der oberen Stielfläche (Markseite) zugekehrte Höhlung ist mit sehr langen feinen, schwach verdickten Holzzellen erfüllt. Nach [illegible] genschicht

Cambialgewebe, dann eine ähnliche Lage von Bast. Das ganze bildet ziemlich einen Halbkreis.

In dieser Gestalt findet man das Bündel im Stengel wieder, wo es eben den Holzkreis verlässt. Abwärts durch den Stengel verfolgt, zeigt es nun die Veränderungen, welche in den acht neben einander stehenden Strängen des Querschnittes sich folgendermaassen darstellen.

Zunächst streckt sich die Halbmondgestalt, so dass sie in die Kreisperipherie des Holzringes passt. Dabei werden die feinen Holzzellen axenwärts zu einer stumpfen Leiste hervorgedrängt. Zugleich legen sich auf die äussere Seite des Spiralgefässbogens einzelne, noch ziemlich enge Tüpfelgefässe, die aufwärts kaum bis in den untersten Theil des Blattstiels zu gelangen scheinen.

Allmählich verstärkt sich nun die Lage der Tüpfelgefässe auswärts durch immer weitere und zahlreichere, wodurch die Spiralgefässe selbst mit den feinen Holzzellen axenwärts vorgeschoben werden. Zugleich nimmt die Zahl dieser beiden Formen fortwährend schnell ab.

Etwa im vierten, fünften oder sechsten Interfolium abwärts hat die Lage der Tüpfelgefässe ihr Maximum erreicht und nimmt später wieder ab. Der Spiralgefässe und inneren Holzzellen werden so wenige, dass die durch sie gebildete vorspringende Kante bis zum achten Stengelgliede schon fast ganz abgeflacht ist.

Haben wir es nun mit einer reinen $\frac{3}{8}$-Stellung zu thun, so muss jeder Blattstrang, nachdem er durch acht Interfolien hinabgezogen ist, nun genau auf einen abwärts-neunten Strang treffen. Der Verlauf der Baststreifen auf dem entrindeten Stengel lässt es fast so scheinen. Die Betrachtung der Gipfelrosette aber, wie schon oben bemerkt, zeugt dagegen.

Geht das Stellungsverhältniss über $\frac{3}{8}$ hinaus, so hat das neunte Blatt zwischen 1 und 4 zu stehen. Das vierte Bündel unseres Schnittes steht mit seiner inneren Leiste dem siebenten näher als dem ersten, d. h. der Raum zwischen 1 und 4 ist vergleichsweise grösser. Die Tüpfelgefässe, die ihn erfüllen, lassen Zweifel, ob sie zu 4 gehören. Da bemerkt man dann bei genauer Prüfung an ihrer Axenseite noch ein Paar feine Spiralgefässe (Fig. 1, 9, s) von denen des Stranges 4 getrennt. Sie lassen sich als letzte Ausläufer oder, wenn man lieber will, als erste Anfänge des Spiralgefässbündelchens eines neunten Stranges deuten.

Vergeblich dagegen sucht man im vorliegenden Querschnitte eines zehnten, elften u. s. w. Stranges Spuren zwischen 2 und 5, 3 und 6 u. s. w. Statt ihrer findet man höchstens noch ein Paar vereinzelte Tüpfelgefässe; jedoch ist die meist deutliche Lücke durch ein Bündelchen jener oben erwähnten, stark verdickten Holzzellen ausgefüllt (Fig. 1, B. 10, 11, h').

Die ähnliche Wiederholung dieser Erscheinung auf verschiedenen Querschnitten desselben Sprosses zeugt auch für ihre Gesetzmässigkeit. Schwächere Sprosse lassen oft schon an Stelle des siebenten, achten, neunten Blattstranges höchstens dergleichen Holzbündel finden, so dass dann nur sechs Bündel den Kreis erfüllen (Fig. 7, 8, B. 7, 8, 9).

Demnach beginnt der Gefässstrang, welcher in einen gegebenen Blattstiel austritt, etwa im sechsten bis neunten tieferen Interfolium mit einzelnen feinen Spiralgefässen und Holzzellen, die an der inneren Fläche des Holzringes stehen und deren Zahl allmählich zunimmt, so dass sie eine immer stärker vorspringende axile Leiste bilden, bis sie endlich als halbcylindrischer Strang seitwärts in das Blatt abgehen. Sie stehen nirgends mit dem Nachbarbündel in nachweisbar unmittelbarer Verbindung.

Dies Bündel ist in seinem ganzen Verlauf durch den Stengel von einer Lage stärkerer Tüpfelgefässe begleitet, die zugleich mit ihm oder etwas tiefer in geringer Zahl auftreten, sich aufwärts schnell vermehren, um wieder abzunehmen und beim Austritt in das Blatt zu verschwinden. Sie stehen an ihrem unteren Ende mit dem Nachbarbündel in Berührung; denn die Betrachtung der Tüpfelgefässlagen des siebenten, achten und neunten Blattstranges unserer Figur zeigt, dass dieselben hier nicht streng von denen ihrer Nachbarbündel gesondert sind, und man kann zweifelhaft bleiben, ob nicht zwischen den unmittelbar an die Spiralgefässbündel gelegten Tüpfelgefässgruppen noch einzelne gewissermaassen neutrale, zu keinem bestimmten Bündel gehörige vorhanden wären. Bei den Bündeln 1, 2, 3, 5, 6 zeigt sich dagegen die Abgrenzung deutlicher und beweist, dass auch die Tüpfelgefässlagen sich aufwärts von einander trennen, indem sie sich eng zu ihren Spiralgefässbündeln halten.

Vor dem Ursprunge jedes Stranges ist im Holzringe eine fast gefässleere Stelle, die allein durch besonders stark verdickte Holzzellen erfüllt wird.

Somit besteht der Holzring der Arabis albida aus sechs bis neun unterscheidbaren Gefässbündeln, zwischen denen ausser den Spuren beginnender fernerer Bündel andere selbstständige Gefässbildungen bei Betrachtung eines entwickelten Stengelgliedes nicht deutlich werden. Jeder Strang besteht aus zwei Lagen, einer inneren, die ganz und gar aus dem Stengel in das Blatt läuft, und einer äusseren, die fast bloss den Stengel durchzieht. Jene, die nur aus allen echten Spiralgefässen und aus feinen Holzzellen besteht, möchte ich ausschliesslich als das „Erstlingsbündel" (den „Primordialstrang"), diese aus Tüpfelgefässen und Holzzellen gemischte Lage als „Folgeschicht" („Succedanschicht") bezeichnen.

Wie zu jedem Primordialstrang eine Succedanschicht getüpfelter Gefässe gehört, so entspricht jeder solchen wiederum ein Bogenstück des Cambialringes und ein ähnliches aus der Bastschicht, welche letzte, wenn auch nicht überall ebenso deutlich gegliedert wie der Gefäss- und Holzring, dennoch, wo sie es ist, in ihrer Eintheilung mit den Holzbündeln übereinstimmt, ja deren Sonderung oft noch deutlicher bezeichnet (Fig. 1, B. 2, 5, 8, 3).

Insofern der Primordialstrang nebst Cambium- und Bastbündel unmittelbar und in ganzer Stärke in den Blattstiel übergeht, und mit ihm die succedane Tüpfelgefässlage in innigstem Zusammenhange steht, und alle diese Theile als gemeinsames Bündel schon lange vor ihrem Austritt ins Blatt eine deutlich ausgesprochene Individualität behaupten und so zu sagen den Antheil eines einzelnen Blattes an den Bestandtheilen des allen gemeinsamen Trägers darstellen, sei es gestattet, sie in ihrer Gesammtheit als die „Blattspur" im Stengel zu bezeichnen.

Figur 9 giebt eine schematische Darstellung der Primordialbündel in ihrem Verlauf durch den Stengel von ihrem ersten Sichtbarwerden bis zu ihrem Austritt im neunten Stengelglied.

Gelingt es nun aber auch überall, in schon entwickelten Interfolien solche sechs bis neun Blattspuren als wesentliche Zusammensetzungsstücke des Gefässcylinders herauszufinden, so muss doch ausser dem Fertigen erst noch das Entstehende betrachtet werden, um das Verhältniss zwischen jenem und diesem ins richtige Licht zu stellen.

Je näher der Gipfelknospe, desto deutlicher zeigt sich der Holzring in einzelne Gefässbündel aufgelöst, wie es die Querschnitte

Fig. 2—7 von sechs auf einander folgenden Stengelgliedern, aus und unter der Gipfelknospe, und der Schnitt Fig. 8, der drei Interfolien tiefer entnommen ist, darstellen. Denn je weniger die Blätter und Stengelglieder selbst, desto weniger sind auch in ihnen die Gefässstränge entwickelt. Man sieht zuletzt keinen deutlichen Bast und keine Tüpfelgefässe mehr, und die Primordialstränge stehen somit als völlig vereinzelte Gefässbündel im Kreise herum, nur durch einen geschlossenen Ring von Cambialgewebe (den „Verdickungsring", Schacht) verbunden. Daher fällt dann um so leichter auf, wie verschieden diese unter einander sind, und wie sie in der angegebenen Blattstellungsreihenfolge vom ersten bis zum sechsten oder neunten hin stetig schwächer werden. Man kann leicht Querschnitte finden, auf denen das nächst austretende Blattbündel sechzig bis achtzig abrollbare Gefässe zeigt (Fig. 4), während die Spuren der jüngsten Blätter kaum die allerersten finden lassen. Noch höher in der Knospe aufwärts bestehen die jüngsten Blattspuren nur noch aus Cambialgewebe, während in den älteren schon fertige Spiralgefässe deutlich sind. Noch höher hinauf bleibt nichts als ein Cambialring mit nach innen vorspringenden Cambialbündeln, bis endlich Alles in dem völlig cambialen Vegetationspunkt selbst zusammenläuft (Fig. 8—2).

Figur 11 der Taf. XVII ist ein Schnitt, sehr nah unter dem Vegetationspunkte entnommen. Der Stengel besteht noch aus fast gleichmässigem rundzelligen Gewebe, das nur durch die schmale, feinzellige Cambialzone (c) in Mark und Rinde gesondert wird. An neun Stellen springt das Cambium deutlich gegen die Mitte in Gestalt von kleinen, etwa halbrunden Zellgruppen vor. Innerhalb dieser entstehen nahe der vorspringenden Kante die ersten Spiralgefässe, deren Zahl vom ersten bis vierten Bündel schnell abnimmt, in den fünf übrigen durchgehends zwar sehr klein ist, die aber doch bis zum neunten schon erkennbar angelegt sind. Ja, die auffallende Spaltung des fünften Cambialstranges neben dem achten lässt im Hinblick auf die Gruppirung der Bündel 9, 4, 7 nicht unwahrscheinlich erscheinen, dass sein vereinzeltes Spiralgefäss (s. B. 10) schon einer zehnten Blattspur angehört. Ausserhalb des Cambialringes erkennt man an ihren weiten Oeffnungen die im Entstehen begriffenen ersten Bastzellen (b); auch Tüpfelgefässe (t) sind schon hier und da bemerkbar.

Diese Ansicht kann man in ähnlicher Weise auf allen gleichen Schnitten bestätigt finden, nur dass eben in anderen Fällen nur

sechs Cambialstränge angelegt sind, die sich nur zu sechs Blattspuren entwickeln, wie es die Fig. 2—8 zeigen. Trägt man die Gipfelknospe vom Vegetationspunkte an durch auf einander folgende Querschnitte gänzlich ab, so überzeugt man sich wiederum leicht, wie jede Blattspur aufwärts die verschiedenen Entwickelungsstufen schnell durchläuft, die wir hier in dem einen Bilde vereint sehen.

Jede beginnt im untersten Schnitt, wo sie sichtbar wird, mit einem einzelnen oder einer geringen Zahl von Gefässen (Fig. 1—4, x, y, z), die nach oben stetig zunimmt. Wo das Bündel am stärksten und gefässreichsten ist, tritt es seitwärts ins Blatt aus. Dazu gelangen alle, eins nach dem anderen, in der durch die Blattordnung gegebenen Reihenfolge. So oft ein je ältestes aus dem Kreise geschieden ist, wird es durch ein neues, jüngstes ersetzt, das an der entsprechenden Stelle meist als neuntes, in dem vorliegenden Figuren (2—8) als sechstes, zuerst sichtbar wird. Nicht selten sieht man, ist man nur nahe genug dem Vegetationspunkte, sehr junge Primordialstränge auf einem tieferen Schnitte lediglich aus Cambium bestehend, während sie auf einem höheren schon ein oder ein Paar deutliche Gefässe enthalten (Fig. 3, 4, z). Ueberall bemerkt man, wie die ersten einzelnen Spiralgefässchen sowohl, wie die schon verstärkten Gruppen einzeln für sich innerhalb ihres gesonderten Cambialbündels stehen, ohne anderen Zusammenhang, als den durch den gemeinsamen Cambialring vermittelten.

Indem man also erwägt, dass der Zustand, in welchem uns ein oben aus der Gipfelknospe entnommener Querschnitt den entstehenden Holzring (Fig. 11) zeigt, nach und nach in der Weise, wie es tiefer und tiefer geführte Schnitte lehren (Fig. 2—8), zu der Vollkommenheit übergehen muss, die oben geschildert ist (Fig. 1), und zugleich beachtet, wie jede jüngste Blattspur jeder Querschnittansicht aufwärts ihre Gestalt so lange vervollkommnet, bis sie das Ansehen der je ältesten erlangt hat, findet man das schon aus dem Bau des fertigen Stengels Erschlossene nicht allein bestätigt, sondern noch genauer festgestellt.

Der Holzring der gegebenen Pflanze verdankt seine erste Entstehung einer ziemlich bestimmten Anzahl einzelner, für eben so viel Blätter bestimmter Gefässstränge („Erstlingsbündel"), die gesondert in gesetzmässiger Folge aus eben so viel durch den gemeinsamen Cambialring verbundenen Cambialsträngen zunächst in

Gestalt einzelner axenwärts vorgeschobener Spiralgefässe entstehen, sich durch neue, immer breiter werdende Reihen derselben vergrössern und endlich äusserlich durch entsprechende Lagen succedaner Tüpfelgefässe und weiter Bastzellen verstärkt werden, welche sie nach und nach zum ziemlich geschlossenen Gefässringe vereinigen.

So giebt sich für den Holzkörper der untersuchten Pflanze eine überall gleiche gesetzmässige Gliederung zu erkennen, welche zugleich die Blattordnung unmittelbar wiederspiegelt. Wie die Blätter auf der Spitze, so folgen diese Holzringglieder im Innern in ihrer Entstehung und Vervollkommnung dem Wege einer umlaufenden Spirale. Es bleibt noch übrig, den Zusammenhang der ersten Entwickelung der Blatthügel und der Blattspuren im Vegetationspunkte selbst aufzusuchen.

Auf einem Querschnitte durch die Gipfelknospe, der die Oberfläche des Wachsthumspunktes frei legt, ohne sie zu verletzen, erblickt man in der Mitte, von der innersten deutlichen Blattdreizahl umschlossen, eine wenig gewölbte Fläche von cambialem, gleichmässig rundzelligem Gewebe, an deren Peripherie noch innerhalb der differenzirten Blatthügel fernere, dem Spiralumgange folgend, sich in leisen Anschwellungen erheben. Nach aussen folgen die Durchschnitte immer älterer Blätter und zeigen aufs Deutlichste, dass die Blätter von der $\frac{2}{5}$-Stellung bedeutend und selbst von der $\frac{1}{3}$-Stellung entschieden abweichen. In der Mitte, bis zum zweiten oder dritten gesonderten Blatthügel, besteht Alles aus fast völlig gleichmässigem Cambium. Bei der Flachheit des Wachsthumsscheitels und der Gleichmässigkeit seiner Zellen wollte es bisher nicht gelingen, etwa eine derselben als ausschliesslich bevorzugte Gipfelzelle, von der die Vermehrung ausginge, zu erkennen. Und gelänge dies auch, so ist doch die Vermehrung der ganzen Zellmenge zu schnell und zu bunt, als dass sie irgend ein Gesetz in ihrer Aufeinanderfolge verriethe, das vielleicht auf eine spiralige Richtung deutete. Man sieht lediglich stets an der Stelle der Peripherie, wo die letzten drei Blatthügel den meisten Raum gelassen haben, einen neuen entstehen, und so folgt die Blattdivergenz aus dieser möglichst vollkommenen Raumbenutzung, als ob es nicht anders sein könnte.

Je höher der junge Blatthügel sich hebt, desto mehr differenzirt sich in seiner Axe eine Gruppe feinen cambialen Gewebes von

dem übrigen als der beginnende Primordialstrang des Blattes. Dicht unter dem Gipfel selbst beginnt ebenso die Differenzirung im Stengel. Eine Zone bleibt cambial, aussen und innen nimmt das Gewebe parenchymatischen Charakter an. Die Cambialzone besteht aus den Primordialsträngen aller über ihr deutlich gesonderten Blattanfänge, die ziemlich gedrängt im Kreise herumstehen, durch ihre verschiedene Stärke das verschiedene Alter ihrer Blätter darstellen und von einem gleichmässigen Ringe feinzelligen Fortbildungsgewebes umfasst werden. Niemals erscheint, auch noch so dicht unter dem Gipfel, ein Cambialring ohne die Primordialstränge in ihrer gesetzmässigen Anzahl. Vielmehr fallen diese, besonders die älteren unter ihnen, weit mehr in die Augen als jener, und jeder von ihnen ist, wie später die fertigen Gefässbündel, an der Stelle seines Austritts aus dem Kreise am stärksten und verjüngt sich von dort ebenso abwärts durch den Stengel als aufwärts in den Blattstiel hinein. Ihr unterstes, dünnstes Ende scheint öfter (oder immer?) mit einem Nachbarstrange zu verschmelzen (Fig. 11, B. 10).

Etwas tiefer trifft man dann die Primordialbündel schon älterer Blätter, in denen nun die Bildung der ersten Spiralgefässe und der langen feinen, sie umgebenden Holzzellen begonnen hat, deren erstes Auftreten stets nach der Altersfolge der Blätter, zu denen sie gehören, und also nicht in allen Primordialsträngen eines und desselben Querschnittes gleichzeitig, stattfindet. Und zwar beginnt, wie es scheint, in jedem einzelnen Strange die Gefässbildung zunächst an seiner stärksten Stelle, in der am weitesten in das Mark vorspringenden Kante. Nicht lange darauf lassen sich auch schon ausserhalb des Cambiums durch Erweiterung der Zell-Lumina die ersten Bastreihen erkennen. Tiefer erst, wo schon alle Erstlingsstränge angelegt sind, sieht man mit Deutlichkeit die ersten Tüpfelgefässe auftreten, sich schnell vermehren und sich jenen anschmiegen, während einzelne von ihnen auch wohl an solchen Stellen des Cambialringes entstehen, die, unterhalb oder zwischen den Blattspuren, von den Primordialsträngen nicht erreicht werden.

Blicken wir nun auf die gestellte Aufgabe zurück, so können wir die erste Frage, ob die Blattordnung in dem elementaren Bau des Stengels sich wiederspiegele, für die besprochene Pflanze auf das Entschiedenste mit ja beantworten. Nicht die Blattstellung

aussen allein, sondern die sehr durchsichtige Gliederung des gesammten Gefässkreises folgt dem Blattstellungsgesetze.

Es giebt hier keine Willkür und Regellosigheit im Holzringe, wie es keine in der Blattfolge giebt. Derselbe ist in keine zufällige, sondern in eine bestimmte Zahl von Gefässsträngen getheilt, welche innerhalb jedes Querschnittes alle unter sich ungleichwerthig, in gesetzlicher Abstufung auf einander folgen. Es giebt von Anbeginn her kein dem Stengel allein angehöriges, in ihm beginnendes und endendes Gefässbündel; die Primordialstränge aller Bündel ziehen in die Blätter, und die Succedanschichten sind nur unvollständige Bündel.

Aber als Verzweigungen älterer Bündel können die Blattgefässstränge hier nur mit einem gewissen Zwang angesehen werden. Denn die Erstlingsstränge entstehen gesondert in ihren eigenen Cambiumstreifen, unten dünn, nach oben dicker werdend, oben sogar eher ein wenig früher als unten, und verschmelzen erst in ihren Folgeschichten, deren Entwickelung von unten nach oben fortschreitet.

Jeder Querschnitt gewährt das vollkommenste Bild von meist drei Umgängen der Blattspirale in Horizontalprojection. Ueberall, selbst wo die siebente und achte Blattspur schon undeutlich oder gar nicht mehr nachweisbar sind, steht die sechste so weit von der ersten entfernt, dass dadurch die $\frac{2}{5}$-Stellung ausgeschlossen wird. Und wo eine neunte sichtbar, steht sie andererseits auch neben der ersten, so dass auch keine genaue $\frac{3}{8}$-Stellung vorhanden ist. Ja selbst noch weiter lässt sich mit Sicherheit schliessen. Wäre die nächste Stellung der Hauptkette, $\frac{5}{13}$, vorhanden, stände also Blatt 14 über 1, so müsste 6 eben so weit auf der einen als 9 auf der anderen von 1 entfernt sein. Nun steht aber 9 stets viel näher an 1 als 6, und folglich ist auch keine genaue $\frac{5}{13}$-Divergenz befolgt. Höhere Stellungen entziehen sich hier der Beobachtung. Bis hierher aber lässt sich aus der Anatomie, welche uns eben ohne Weiteres in Horizontalprojection zeigt, was äusserlich kaum ohne möglichen Irrthum abgeschätzt werden kann, mit viel grösserer Sicherheit schliessen. Denn oft ist ein Stengel durch secundäre Umstände gedreht, aber die Gefässstränge, die stets der Axe parallel relativ gerade Linien auf einer Cylinderfläche andeuten, halten sich schon gegenseitig in ihrer Stellung unverrückbar fest und projiciren auf natürlichste Weise die Blattordnung weit

abwärts, welche sich überdies durch die junge Blattrosette im Vegetationspunkte bestätigt findet.

Umgekehrt scheint die Stengelstructur auf die Blattstellung von begrenzendem Einflusse zu sein.

Nehmen wir es für eine naturgegebene Eigenthümlichkeit des Arabis-Sprosses, dass der Holzring von je sechs bis neun Gefässsträngen gebildet werde, die sich in ihn theilen, oder mit anderen Worten, dass jede Blattspur sechs bis neun Interfolien des Stengels durchziehe, so wären eben damit die $\frac{2}{5}$- und $\frac{3}{8}$-Stellung anatomisch unvereinbar, da nach reinem Dicotylentypus die Primordialstränge in einem Kreise nur neben, nicht vor einander, und mithin das sechste und neunte Blatt auch nur neben dem ersten stehen können.

Immerhin ist aber diese specifische Eigenthümlichkeit im Stengelbau, da für alle höheren Stellungen die Möglichkeit offen bleibt, nur von beschränkendem Einflusse und enthält keinen letzten Grund für irgend eine bestimmte, sondern nur abweisende Gründe gegen einige Stellungsverhältnisse. Und da auch die Zellvermehrung im Vegetationspunkte selbst bei dieser Pflanze eine Anordnung, die auf eine bestimmte Spiralfolge deutete und bestimmte Divergenzen verriethe, nicht zu erkennen giebt, so lässt sich aus der Anatomie derselben weiter nichts folgern, als dass das allgemeine, in seinem letzten Grunde noch nicht erklärte Grundgesetz spiraler Entwickelungsfolge hier für den einzelnen Fall durch gewisse specifische Charaktere im Bau des Holzkörpers näher bestimmt und beschränkt werde.

Doch bleibt nun zunächst der einzelne Fall mit anderen zu vergleichen.

Nadelhölzer.

Nicht in jedem Stengel findet sich das Blattstellungsgesetz anatomisch in so leichter Uebersichtlichkeit dargestellt, wie in dem von Arabis albida. Untersucht man besonders dicotyle Holzpflanzen, so scheint ihr Holzring oft so einförmig gebildet, dass man nicht meint, eine ähnliche Zusammensetzung aus Blattspuren in ihm erkennen zu können, bis man erst durch Uebergangsbildungen dahin gelangt ist. Bei krautartigen Stengeln dagegen ist es überall leichter, und unter den holzigen bieten die Nadelhölzer, die in der allgemeinen Anordnung ihrer Elementarorgane den Dicotylen gleichen, zahlreiche gute Beispiele einer leicht verständlichen Structur

des Gefässkreises, wie sie schon zur Beobachtung der Blattanordnung selbst durch die vielen kleinen, gedrängt stehenden Nadelblätter vorzugsweise geeignet sind.

Ich wähle als Beispiel zunächst Taxus baccata. Die Nadeln dieses Baumes zeigen, besonders an den kleinen Nebenzweigen, häufig annähernd eine $\frac{5}{13}$-Stellung, nähern sich an stärkeren Hauptzweigen oft mehr dem $\frac{8}{21}$-Verhältnisse oder bleiben zwischen beiden schwankend. Nie hat es mir bei diesem Baume gelingen wollen, mich von der völligen Genauigkeit dieser oder irgend einer anderen Stellung zu überzeugen. Verschiebungen der Nadeln, so dass ursprünglich tiefere höher über ihre Nachbaren hinaufrücken („Metatopien"), sind zwar nicht selten, verrathen sich aber leicht.

Die einzelnen Blätter erhalten aus dem Stengel, wie die von Arabis albida, nur je ein Gefässbündel, und es ist wiederum leicht, in einem Querschnitte — und zwar, da die Interfolien so kurz sind, in jedem beliebigen — das in das nächst höhere Blatt tretende Bündel, d. h. also die erste Blattspur des Interfoliums, zu erkennen (Fig. 17, 18, B. 1).

Man findet es meist an der hervorragendsten von den stumpfen Kanten, die der Holzring im Durchnitte sehen lässt (Fig. 17), oder es hat den gemeinsamen Kreis schon verlassen (Fig. 18). Sein Querschnitt ist von keilförmiger Gestalt, und man bemerkt der Stengelaxe zugewendet einen kleinen, ziemlich regellosen Haufen von Spiralgefässen*), das Erstlingsbündel, an welches sich die bekannten weiten Coniferen-Holzzellen schliessen, die in ziemlich genaue radiale Reihen gestellt nach aussen an Breite zunehmen und dadurch die Keilgestalt des Querschnittes hervorbringen.

Wo das Bündel gesondert durch das Rindenparenchym geht (Fig. 17, B. 1), bemerkt man, dass durchschnittlich sieben bis neun solcher Holzzellenreihen sich an das Bündelchen der Spiralgefässe anschliessen und in ihrer Richtung von demselben ausgehen. Sucht man es dort, wo es noch im geschlossenen Kreise steht, wieder (Fig. 17, 18, B. 2), so findet man ausser diesen beiderseits noch andere radiale Reihen an jene angelegt, doch laufen sie nach innen nicht in den Primordialstrang aus und verrathen dadurch, dass sie nicht zu ihm gehören.

Verfolgt man denselben Strang bis ins nächst niedere Inter-

*) Spiralfaserzellen, Schacht.

folium, so ist er völlig zwischen die benachbarten Holzbündel eingereiht, ist verhältnissmässig schmaler geworden, aber in radialer Richtung mehr ausgedehnt, so dass sein Querschnitt einen schmaleren, spitzeren Keil bildet, an dessen centraler Kante der Primordialstrang wenig oder kaum verändert erscheint. Die Succedan-Zellenreihen sind meist noch in gleicher, die einzelnen Zellen in ihnen jedoch, radial gezählt, in merklich grösserer Zahl vorhanden.

Weiter abwärts im dritten, vierten und den ferneren Stengelgliedern verändert der Primordialstrang allmählich seine Gestalt, indem zunächst einige der axenwärts am meisten vorgeschobenen Spiralgefässe verschwinden. Er wird dadurch flacher und verhältnissmässig breiter und ergänzt sich an der peripherischen Seite durch Vermehrung der Succedanzellen (Fig. 17, 18, B. 3, 4 u. s. w.).

Das fernere Verfolgen einer Blattspur noch weiter durch den Stengel hinab scheint beim ersten Ansehen nicht ganz so leicht wie bei Arabis, indem sich ein doppeltes Hinderniss bietet. Erstens nämlich sind Primordial- und Succedangebilde auf den ersten Blick einander nicht unähnlich genug; und wenn es auch bald gelingt, jene, wo sie gruppenweis stehen, im Ganzen an ihrer geringeren Dicke, ihren dünneren Wänden und ihrer regelloseren Anordnung von diesen, welche weiter, dickwandiger und genau in Reihen gestellt sind, zu unterscheiden, so muss man doch oft davon abstehen, auf einem Querschnitte zwischen beiden Formen eine völlig sichere Scheidelinie zu ziehen. Zweitens aber erscheinen die Grenzen der benachbarten Bündel durch die ringsum hart an einander gedrängten starken Succedanlagen mehr verwischt als bei jener Pflanze.

Man thut daher gut, zunächst einen einzelnen Querschnitt einer genaueren Zergliederung zu unterwerfen, wie z. B. Fig. 18. Es ist zuvörderst leicht, durch Betrachtung der Blattordnung auf der Stengeloberfläche die Orte des Querschnittes zu ermitteln, an denen die Spuren der ersten Blätter zu suchen sind. Aus diesen lassen sich dann, wenn man erwägt, dass dasselbe Stellungsverhältniss immer wiederkehrt, die Stellen des Holzkreises ableiten, über denen die ferneren Blätter ihren Austritt nehmen, und an denen man mithin deren Spuren zu finden erwarten muss, vorausgesetzt, dass sie vorhanden sind.

Die in der vorliegenden Zeichnung mit 1, 2, 3 bezeichneten Gefässbündel können dem unbefangenen Blick keinen Zweifel lassen, dass sie die Spuren der ersten drei Blätter sind. Zwischen ihnen sind durch entsprechende Ziffern die Ursprungsorte von noch sehr

höheren Blättern auf den Holzkreis projicirt. Liessen sich deren Spuren an den so bezifferten Orten erkennen, so träfen wir jede der Reihe nach an einem tieferen Orte ihres Laufes durch den Stengel, und alle zusammen gewährten ein Gesammtbild der Gestaltung einer einzelnen Blattspur während ihres Laufes durch die gleiche Anzahl Interfolien, und es müsste sich dann ein stetiger Formübergang zwischen ihnen bemerken lassen.

Nun zeigen die Bündel 1—3 die oben geschilderten Formübergänge, wie sie ein Blattbündel durch drei Stengelglieder abwärts ziehend erleidet. Sie sind mit deutlichen Primordialvorsprüngen versehen und unschwer in ihrer Individualität zu erkennen. Dagegen werden die mit 4, 5 und 6 bezeichneten Stellen durch breitere Massen von Gefässen und Holzzellen erfüllt, die an Gestalt mit den vorigen dreien nicht übereinstimmen. Die Gruppen 7, 8, 9 jedoch sehen den ersten wieder ähnlicher, indem sie aus einer Anzahl von Succedanreihen bestehen, die deutlich nach innen zu in ein kleines Bündel von Spiralgefässen auslaufen und sich gegen die Nachbaren absondern. Man könnte sie ohne Zwang als untere Enden von Blattspuren ansehen, die oberhalb wie die drei ersten Bündel beschaffen wären. Auch bei 10 und 11 finden sich ähnliche Zellgruppen, nur dass ihre Primordialkante fast ganz abgestumpft erscheint. Es liesse sich also in den Gefässbündeln 1—3 und 7—11 ein allmählicher Gestaltübergang erkennen, wie ihn ein abwärts steigendes Bündel, das oben wie 2 aussieht, wohl erleiden könnte, wenn nicht die Abweichung von 4 und 5 störte.

Betrachte man jedoch die Orte zwischen den Ziffern 12 und 7, 13 und 8, (14) und 9. Zwischen den zwei letzten spaltet sich eben der Holzring zur Aufnahme des Bündels 1. Ein Interfolium tiefer wird er sich ebenso zwischen 13 und 8, und zwei Glieder tiefer zwischen 12 und 7 spalten, um Bündel nächst tieferer Blätter aufzunehmen. In der Figur sind diese Lücken nur noch durch einige Reihen Holzzellen erfüllt. Schon zwischen 6 und 11 ist die Spaltung angedeutet. Nähme man nun an, dass auf seinem Wege abwärts eben das mit 11 bezeichnete Bündel, um Platz zu machen, sich dem dritten enger anschliesse, so ergebe das für die nächst niederen Stengelglieder eine doppelt grosse Zellengruppe, wie sie etwa bei 4 und 5 zu sehen ist, und welche aus den eng vereinigten Bündelpaaren 4 + 12 und 5 + 13 bestände, hervorgegangen aus der Verschmelzung der Bündelformen 3 und 11. Erblickt man dann im Gefässbündel 6 die Gestalt, welche diese Bündel-

paare im ersten oder zweiten tieferen Stengelgliede annehmen, und beachtet, dass die der Axe zugekehrte Seite von 6 viel schmaler, zwischen 6 und 9 aber neben dem austretenden Bündel 1 ein anderes unterscheidbares nicht zu bemerken ist, so liesse sich folgern, dass das mit dem fünften gepaarte dreizehnte Bündel abwärts ziehend neben diesem entweder geradezu aufhört, oder mit ihm zu einem einzigen Bündel verschmilzt, das bald an Stärke die übrigen nicht mehr übertrifft, wie durch den Vergleich von Bündel 6 und 7 dargethan wird.

Auf diese Weise liesse sich dann der ganze in Fig. 18 dargestellte Holzring in dreizehn Bogenstücke zerlegen, die der Zahlenfolge entsprechend an Gestalt in einander übergehen. Ohne Schwierigkeit kann man sich vorstellen, wie das dem Blatte zugehende Bündel auf seinem Wege abwärts die Gestalten 2 und 3 annimmt, dann durch enges Anlegen eines Bündels, das aus einem höheren Blatte kommt, in die Formen bei 4 und 5 übergeht, sich wieder zur Gestalt 6 zusammenzieht und allmählich die Gestalten 7, 8, 9, 10 durchmacht, dabei an Zellenreihen verliert, seine Primordialkante einbüsst, sich in Gestalt von 12 und 13 einem tieferen, stärkeren Holzstrange anschliesst und neben diesem, bei Gelegenheit des Eintritts eines neuen Blattstranges in den Holzkreis, aufhört unterscheidbar zu sein. Der Uebergang ist dann ein so allmählicher, dass man schwerlich wird anstehen können, in dem mit 13 bezeichneten Bündel das untere Ende eines Blattstranges wiederzuerkennen, der durch dreizehn Stengelglieder gezogen ist. Nur zwischen 11 und 6, 12 und 7, 13 und 8 finden sich einige Reihen von Folgezellen an, die eines Primordialbündels entbehren, und die als secundäre, aus dem verbindenden Cambium erzeugte Ausfüllung der zwischen den Blattspuren entstehenden Spalten zu betrachten sind. Auch neben den Bündeln 1 und 2 finden sich davon noch Reste. Alle übrigen Zellenreihen lassen sich ohne Zwang einer der dreizehn Spuren zuerkennen, da sie meist deutlich genug von einem ihnen zugehörigen Erstlingsbündel ausgehen.

Aber wäre nicht vielleicht dennoch diese ganze Eintheilung des Holzringes eine zufällige, die wir nur mit einem gewissen Zwang nach unserem Belieben gedeutet hätten? Dieser Einwurf lässt sich durch Betrachtung eines einzelnen Schnittes, bei dem man den objectiven Beweis der thatsächlichen Richtigkeit des Besprochenen allerdings nicht führen kann, nicht ganz zurückweisen. Giebt man sich jedoch die Mühe, den Theil eines Holzringes, aus

dem eben ein Blattstrang ausgetreten ist, Schritt für Schritt auf zahlreichen Querschnitten abwärts durch den Stengel zu verfolgen, so findet man, dass er nach und nach wirklich alle die verschiedenen Formen annimmt, die wir rings in einem gegebenen Holzkreise bei einander sehen, und vergleicht man ferner beliebig viele ganze Durchschnitte desselben oder auch verschiedener etwa gleich kräftiger Sprosse, so tragen alle, — vom ersten Blattgefässstrange aus angesehen, — eine im Ganzen ähnliche Figur zur Schau, die in stets gleicher Weise in derselben Reihenfolge ähnliche Gefässgruppen zeigt, wie die vorliegende Abbildung (nur dass natürlich die Folge, der Blattspirale entsprechend, bald links, bald rechts um läuft). Und findet man also demgemäss immer wieder an den gleichen Stellen um das Mark her die stärkeren, mehr vorspringenden, an anderen die schwächeren Primordialstränge, an noch anderen Lücken mit zurücktretenden Succedangefässen erfüllt, und an denselben Orten die ein- und ausspringenden Winkel, so gewinnt man dann die subjective Ueberzeugung, dass man es mit einer gesetzmässig constanten Bildung zu thun habe.

Wollte man irgend eines der bezeichneten Gefässbündel lieber als neutrale Holzbildung ansehen, in der eine besondere Blattspur noch nicht erkannt werden könne, so müsste man nachweisen, wo und wie dann diese fragliche Blattspur oberhalb der bezeichneten Stelle des Holzringes anderweitig ihren Ursprung nähme; oder wollte man in Zweifel ziehen, ob, — wenn auch alle die Gruppen Blattspuren wären, — sie richtig den einzelnen Blättern zuerkannt seien, so müsste man in einer anderen Reihenfolge einen ebenso wahrscheinlichen oder wahrscheinlicheren Gestaltsübergang aufsuchen; oder wollte man endlich zwischen den erkennbaren Blattspuren ausser den angedeuteten noch andere neutrale Zellreihen annehmen, so müsste man zeigen, dass irgendwo die bezeichneten Bündel der Stärke, die jedes Blattbündel bei seinem Austritt besitzt, durchaus und in auffallenderem Maasse widersprächen, als es sich einfach durch individuelle kleine Unterschiede der einzelnen Bündel erklärt.

Und somit führt die Beobachtung hier zu ähnlichem Ergebnisse wie die der Arabis albida. Auch hier löst sich der Holzring in eine Zahl von Gefässbündeln auf, die sich als Blattspuren betrachten lassen.

Allein während nun bei Arabis der Holzkreis meist nur aus acht bis neun Strängen bestand, finden sich hier zehn bis elf mit

deutlichem Primordialstrang und noch ein Paar mehr durch Succedanschichten vertreten. Dadurch entsteht in der Eibe die ungefähre Projection eines $\frac{5}{13}$-Cyclus, während die Arabis auf einem und demselben Querschnitte immer nur ein annäherndes Bild der $\frac{2}{5}$-Ordnung gab.

Doch erwähnte ich schon, dass an stärkeren Sprossen äusserlich oft deutlich das zweiundzwanzigste Blatt dem ersten näher zu treten scheint als das vierzehnte. Das findet sich denn auch in der Anatomie wieder (Fig. 17). Je stärker der Spross, den man durchschnitten, desto grösser ist die Zahl gesondert erkennbarer Primordialbündel im Umkreise des Markes. Zunächst erscheinen die zwölfte und dreizehnte Blattspur, noch mit deutlichen Primordialbündeln versehen, unterscheidbar neben der vierten und fünften, wodurch diese beiden selbst klarer in ihrer ursprünglichen Gestalt gesondert auftreten, und zwischen Bündel 1 und 6 wird ein neues vollständig sichtbar, das nur dem vierzehnten Blatte angehören kann. Dann treten ein fünfzehntes, sechszehntes, siebenzehntes, achtzehntes, neunzehntes Bündel, je nach der Stärke des Zweiges mehr oder weniger kenntlich, zwischen 2 und 7, 3 und 8, 4 und 9, 5 und 10, 6 und 11 hervor. Endlich findet man die zwanzigste und einundzwanzigste Spur ohne Spiralgefässgruppe rudimentär im Verschwinden, und die Reste (oder Anfänge) einer zweiundzwanzigsten seitwärts neben das Bündel 1 gedrängt.

Die Richtigkeit dieser Bezifferung der Bündel als Spuren von 21—22 Blättern ergiebt sich wieder, wenn man das geometrische Schema einer $\frac{8}{21}$-Ordnung mit der constanten Aehnlichkeit vieler Querschnitte stärkerer Taxus-Zweige vergleicht. Doch bietet dieser complicirtere Holzring auf Fig. 17 sogar noch manchen Anhalt für die richtige Zergliederung deutlicher dar als der auf Fig. 18 abgebildete. Einerseits nämlich sind die Bündelgestalten von der ersten bis sechsten Blattspur merklicher gesondert; andererseits verrathen sich leicht ausser dem Spalt, aus welchem eben die erste Blattspur austritt, noch andere Spalten, aus denen unterhalb der dargestellten Schnittfläche die Gefässstränge tieferer Blätter gewichen sind, in grösserer Anzahl als bei Fig. 18. Wie nämlich das erste Blatt zwischen der neunten und vierzehnten Spur ausscheidet, so ist zwischen der achten — oder genauer der einundzwanzigsten — und dreizehnten ein Interfolium tiefer ein Blatt geschieden, dessen Ort ich in der Figur mit — 1stes beziffert habe. Der Spalt

über ihm ist noch sehr auffallend. Ebenso ist zwischen den Spuren 20 und 12 die Lücke über einem — 2ten Blatte noch nicht geschlossen. Aehnliches zeigte jedoch schon Fig. 18. Nun aber kann man hier, wenn man den Blick ferner auf die Bündelpaare 19 und 11, 18 und 10, 17 und 9, 16 und 8 wendet, das nur sehr allmähliche Schliessen des Spaltes über den tieferen Blätten — 3, — 4, — 5, — 6 wahrnehmen und bemerken, dass er zwischen 15 und 7 erst ganz verschwunden ist. Indem also die durch das Austreten eines Blattstranges veranlasste Lücke hier etwa durch sechs Interfolien aufwärts sich noch bemerkbar macht, und in umgekehrter Richtung jede Blattspur auf einer etwa gleichen Strecke ihre gesonderte Gestalt bewahrt, so wird der gesammte Holzkreis dadurch so vielfach getheilt, dass seine Zerlegung in einzelne bestimmte Holzbündel eine sehr leichte und übersichtliche wird. Und sieht man dann wieder von geringeren individuellen Verschiedenheiten der einzelnen Bündel ab und beachtet die Orte, wo die jüngsten, höchstbezifferten Bündel sich den älteren, tieferen angeschmiegt und diese dadurch verdickt haben, so wird man wiederum den Gestaltübergang in der angegebenen Zifferfolge deutlich genug herausfinden.

Verfolge ich dann noch einmal eine Blattspur auf ihrem ganzen Wege abwärts durch den Stengel, so finde ich, dass sie, nachdem sie sechs Stengelglieder einzeln durchzogen hat, im siebenten von einer Seite ein höher herabkommendes Bündel (s. B. 20) trifft, das sich ihr allmählich anschmiegt, indem es sein selbstständiges Erstlingsbündel verliert, von der anderen Seite einen anderen (15) Gefässstrang aufnimmt, der sie eine Zeit begleitet, dass sie dann selbst etwa im fünfzehnten tieferen Stengelgliede sich auf eine Strecke einem älteren, durch sieben Glieder gezogenen Strange anschliesst, sich von ihm wieder trennt, um sich endlich im neunzehnten, zwanzigsten und einundzwanzigsten Interfolium einem noch älteren Strange anzulegen und neben ihm allmählich zu verschwinden. Also 19—21 Glieder unter ihrem Austritt beginnt die einzelne Blattspur als schwaches Bündel von Folgezellen sichtbar zu werden, das erst nach und nach von einem allmählich stärker werdenden Bündelchen von Spiralgefässen begleitet wird, bis dies beim endlichen Austritt sein Maximum von Stärke erreicht.

In den Fig. 17 u. 18 finden wir so ziemlich die Extreme der bei Taxus vorkommenden Fälle vorgeführt, obgleich mir auch Querschnitte vorliegen, in denen fast nur acht Blattspuren deutlich genug

gesondert erscheinen, so dass schon die neunte, zehnte und elfte sehr schwach werden und neben ihren Nachbarbündeln verschwinden, was aber nur ein selteneres Vorkommen in sehr schwachen Zweigen ist. Doch finden sich zwischen den besprochenen Fällen alle Uebergänge. Je stärker der Spross, desto mehr einzeln erkennbare Blattspuren sind in jedem Holzring-Querschnitte bemerkbar, desto mehr Interfolien also durchzieht die einzelne derselben von ihren Nachbaren gesondert, ehe sie den gemeinsamen Holzring verlässt. Die Anatomie des Sprosses thut daher ein Schwanken zwischen $\frac{5}{13}$ und $\frac{8}{21}$ kund, ohne sich an eine dieser Ziffern bestimmt zu binden. Nicht selten lassen sich gerade dreizehn oder einundzwanzig Blattspuren nachweisen. Aber auch in diesen Fällen scheint meistentheils das vierzehnte oder zweiundzwanzigste Blatt nicht genau über dem ersten stehen zu können, da sich dies bald etwas schief zwischen seine nächsten Nachbaren stellt, bald neben ihm selbst auf der einen Seite deutlicher als auf der anderen Spuren eines der genannten höheren Bündel erscheinen (vgl. Fig. 17 die Bündelpaare 6 u. 19, 7 u. 20, 8 u. 21 mit 9 und Fig. 18 die Bündelpaare 3 u. 11, 4 u. 12, 5 u. 13 mit 6). Auch bei Betrachtung einer jungen Zweigknospe, wie sie sich schon im Herbste deutlich in der Hülle ihrer Knospenschuppen findet, sucht man vergebens nach einem der jungen Blattgebilde, das genau wieder über einem anderen steht, obgleich dieselben doch in grosser Zahl nahe über oder zwischen einander gedrängt darin zu finden sind.

Wie es bei der Arabis ausführlich besprochen ist, so kann man nun auch bei der Eibe die Deutung des fertig gebildeten Holzringes, indem man ihn in seiner allmählichen Ausbildung schrittweis vom Vegetationspunkte herab verfolgt, durch die Entwickelung selbst bestätigt finden.

Zwischen den jüngsten deutlichen Blatthügeln erhebt sich der Cambiumscheitel nur wenig. Sein Umfang lässt, wenn man ihn von den letzten Blättern aus, der Spirale derselben folgend, umkreist, — wie bei der erst besprochenen Pflanze, — noch eine Anzahl von Zellgruppen wahrnehmen, deren Zellen, kleiner als die Zellen ihrer Umgebung, in lebhafter Theilung begriffen sind und sich anschicken, neue Blatthügel hervorzubringen. Sie lassen schliesslich in der Mitte nur einen kleinen Raum übrig, dessen Zellen noch ganz unterschiedslos und grösser als jene, den wahren

Scheitel ausmachen. Unter jedem entstehenden Blatthügel verharrt ein Zellenstrang im cambialen Zustand, während die Umgebung parenchymatisch wird. Diese Cambiumstränge ziehen in der gewölbten Gipfelfläche, alle der Wölbung derselben abwärts folgend und alle in der Ordnung, in der sie zwischen einander entstanden sind, nach aussen und unten und sammeln sich zum gemeinsamen Cambiumringe. Je grösser ein Blatthügel, desto stärker sein Cambialstrang und desto mehr Raum nimmt er verhältnissmässig im Kreise ein. Die schwächsten Stränge der innersten, jüngsten Blätter finden noch keinen Platz für sich allein, sondern bleiben noch mit einem der stärkeren Nachbaren verschmolzen. Wie aber der Cambiumgipfel sich höher und höher hebt und sein Umfang sich erweitert, und wie ein Blatt, das in ihm erst das kleinste war, allmählich mit ihm grösser wird und auf seiner Fläche nach aussen rückt, so wird zugleich dessen Cambialstrang stärker, wird selbständig und nimmt zuletzt, nachdem neue und jüngere Stränge auf ihn gefolgt sind, nun seinerseits die erste Stelle im Kreise ein, nachdem er natürlich nun in eine höhere Gegend des jungen Stengels hinaufgewachsen ist, als die war, in der er der schwächste im Kreise war.

Dabei kommen die Bündel, bei der grossen Zahl derselben, die zugleich entsteht, im Kreise so gedrängt zu stehen, dass sie den gesammten Cambiumring allein ausmachen, so dass hier von einer selbständigen, ihnen nicht zugehörigen Ringbildung eigentlich nur an den Stellen, die dicht über dem seitlichen Austritt eines Blattes liegen, die Rede sein kann.

Unter dem Wachsthumspunkte beginnt dann die Bildung der Primordialgefässe, wiederum der Altersfolge der Blätter gemäss. Schnell folgen auf sie die ersten Succedan-Zellenlagen, die von unten allmählich aufsteigend immer stärker nachwachsen und dadurch die Blattspuren, die je höher, desto deutlicher individualisirt erscheinen, immer enger vereinigen und selbst die weiteren Markstrahlen, welche in der Gipfelknospe noch zwischen den Erstlingsbündeln durchsetzen, nach und nach völlig überbrücken (vgl. Fig. 17, 20, 21; Fig. 18, 12, 13). Nur kleine Markstrahlen, aus einer einzelnen Reihe radial gestreckter Zellen bestehend, finden sich beständig bald innerhalb, bald zwischen den Gefässbündeln.

Die Primordialbündel selbst aber bleiben unverändert, so starke Succedanlagen sich auch darüber schichten mögen, in ihrer ursprünglichen Ordnung um das Mark stehen, wo man sie so lange finden

und erkennen kann, als der Zweig unversehrt bleibt. Und für jeden Zweig ist die Zahl der nebengeordneten Blattspuren von unten bis oben annähernd constant.

So lässt sich also der anatomische Charakter des Holzringes von Taxus so zusammenfassen, dass derselbe durchschnittlich, gemäss der Stärke des Sprosses, aus etwa 13—21 deutlich erkennbaren Blattspuren zusammengesetzt ist, deren jede eine eben so grosse Anzahl Stengelglieder durchzieht, bevor sie in ihr Blatt tritt, dass mithin die Blattstellung zwischen $\frac{5}{13}$ und $\frac{8}{21}$ schwankt, und dass jede einzelne Spur bei ihrem Austritt ins Blatt ein ziemlich starkes Erstlingsbündel von Spiralgefässen besitzt, welches sich abwärts verflacht bis es ganz verschwindet, und etwa 9—12 radiale Reihen von getüpfelten, eine Spiralfaser führenden Holzzellen, deren Zahl in peripherischer Richtung nach unten ab-, in radialer zunimmt.

Dabei giebt hier das Verschmelzen der einzelnen Spuren an ihren unteren Enden der gewöhnlichen Vorstellung einer Verzweigung eher Raum als bei Arabis, obwohl man doch dabei nicht vergessen darf, dass dies einerseits eigentlich nur die Succedanbündel trifft, da die Primordialstränge meist nur so lange sicher nachweisbar sind, als die Blattspur deutlich individualisirt ist, und dass auch jene andererseits, wo sie sich seitlich von ihrem Nachbar trennen, nur äusserst schwach sind und erst aufwärts ziehend erstarken.

Eine grössere Zahl anderer Coniferen, die ich beobachtet habe, folgen in ihrem Baue im Allgemeinen völlig denselben Gesetzen, nur dass die Zahl aller Blattspuren im Holzkreise und die individuelle Stärke der einzelnen unter ihnen mancherlei Verschiedenheiten zeigt. Ich will vorläufig nur noch ein Paar Beispiele davon vorlegen, indem ich mir umfassendere Mittheilung über diese Gewächse vorbehalte.

Figur 19 stellt einen Querschnitt nahe der Zweigspitze eines Podocarpus Chinensis in schwächerer Vergrösserung dar. Die Primordialstränge sind durch dunklere Punktirung, so genau es sich bei dem Maassstab thun liess, angedeutet. Man bemerkt 21—22 deutlich unterscheidbare Blattspuren, deren Zusammenstellung durch die scharfe Begrenzung der sieben ersten Bündel, die man sich der Reihe nach immer mehr aus dem Holzkreise entfernen sieht, sehr übersichtlich wird. Die ganze Ansicht gewährt eine gute Bestätigung der beim Taxus gefundenen Gesetze, wenn man

sich nicht etwa durch ein Paar scheinbare, kleine Unregelmässigkeiten, wie z. B. die mangelhafte Sonderung der Bündelpaare 9 und 17, 10 und 18, stören lässt. Man darf dies aber um so weniger, als dergleichen Mängel im einzelnen Querschnitte durch Betrachtung einer grösseren Zahl von Schnitten ausgeglichen werden, die aus verschiedenen Höhen desselben Sprosses und aus verschiedenen Sprossen entnommen alle im Allgemeinen die gleiche Anordnung der Blattspuren zur Schau tragen und dabei bald diesen, bald jenen Abschnitt des ganzen Kreises mit grösserer Schärfe ausgeprägt enthalten. Auffallend jedoch zeigen sich in der vorgelegten Abbildung neben dem ersten Bündel gewisse Succedan-Zellenreihen, die aus dem Cambium entstanden sind, welches die Lücken zwischen den Bündeln auszufüllen pflegt, und das hier, wie öfters, dem ausscheidenden Blattstrange weithin folgt. — Querschnitte von Podocarpus ferrugineus lassen eine noch etwas höhere Zahl nebengeordneter Blattspuren erkennen.

Im Gegensatze zu der hohen Blattspurenzahl im Holzkörper der eben besprochenen Pflanze zeigt Cryptomeria Lobbi eine sehr niedere. Fig. 20 giebt eine schwach vergrösserte Darstellung des Zweigdurchschnittes, dessen Umfang durch die sehr allmählich austretenden Blattbasen in fünf Richtungen verschieden stark aufgetrieben ist. Bündel 1 hat den Holzkreis verlassen, Bündel 2 und 3 sind im Begriff, es zu thun. Fig. 21 zeigt einen stärker vergrösserten Holzring, der sehr deutlich in neun bis zehn (denn die mit 1 bezeichnete ist eigentlich schon ausgeschieden) gesonderte Blattspuren gegliedert ist. Die sechste und elfte sind nicht mehr zu unterscheiden. Der an sich sehr enge Holzcylinder gewährt also nur je neun bis zehn Blättern gleichzeitig Antheil an seinem Umfang, die zwischen der $\frac{3}{8}$- und $\frac{5}{13}$-Stellung etwa die Mitte halten. Andere mir vorliegende Querschnitte sprechen dafür, dass sich die Bündel zuweilen in noch grösserer Zahl bis über das dreizehnte hinaus unterscheiden lassen. Doch bleibt die Durchschnittszahl immer viel niederer als die von Taxus.

Eine etwa gleiche geringe Anzahl von Blattspuren enthalten die kleinen Seitenzweige von Taxodium distichum, welche zweiseitswendige (nicht zweizeilige) Blätter haben. In den grösseren Zweigen ist auch die Bündelzahl grösser. Jedoch verschmelzen die benachbarten Bündel in dieser Pflanze im Allgemeinen stärker, so dass sie keine sehr übersichtliche Anschauung gewähren.

Am häufigsten habe ich bei den bis jetzt beobachteten Nadelholzarten einen Holzring gefunden, der im Mittel aus einundzwanzig unterscheidbaren Blattspuren besteht, wie der von Podocarpus. So z. B. ausser in den oben besprochenen noch in Picea vulgaris, Larix Europaea, Cedrus Deodara, Araucaria excelsa. Doch finden sich überall kleine Schwankungen, indem bald ein Paar Spuren mehr, bald ein Paar weniger deutlich gesondert auftreten.

Ueberall aber zeigt sich eine constante Gesetzmässigkeit in der allgemeinen Ordnung, die ein Abbild der normalen Blattstellung gewährt. Wenn man in jeder einzelnen Art von der Stärke und der Gestalt des eben austretenden Blattstranges ausgeht, so lässt sich dieser in den verschiedenen Höhen seines Weges durch den Stengel leicht wiedererkennen. Einzelne Unregelmässigkeiten, durch Metatopien oder Verschiedenheiten in den einzelnen Blättern selbst veranlasst, finden sich natürlich nicht selten, lassen sich aber, wie schon bemerkt, durch Vergleichung verschiedener Querschnitte meist bald durchschauen. Ich habe von einzelnen der genannten Pflanzenarten eine grosse Anzahl von Querschnitten aus Zweigen verschiedener Exemplare und auch von den übrigen genügend viele untersucht, um die Ueberzeugung zu gewinnen, dass für jede Art die Anzahl der im Holzringe bei einander stehenden und denselben zusammensetzenden Blattspuren eine zwischen gewissen, nicht zu weiten Grenzen constante sei. In derselben Pflanzenart schwankt die Zahl zwischen den gegebenen Grenzen ungefähr proportional der Zweigstärke. Auch die Arten, bei denen im Allgemeinen dünnere Zweige vorkommen als bei anderen, haben durchschnittlich kleinere Blattspurenzahlen, wie z. B. Cryptomeria Lobbi und Taxodium distichum. In einem und demselben Zweige ist die Zahl von oben bis unten der Regel nach ziemlich genau dieselbe, nur dass man dicht unter dem Vegetationsgipfel noch nicht alle Spuren in normaler Stärke angelegt, oder einige auch wohl noch gar nicht deutlich von ihren Nachbaren gesondert findet. Ueberall nehmen die einzelnen Primordialbündel in der Richtung von oben nach unten an Stärke ab, verschwinden dann, bevor die Blattspur mit einem Nachbarstrange verschmilzt, oder kommen mit ihren letzten vereinzelten Gefässen einander nahe. Ueberall dagegen nehmen die Folgeschichten in der gleichen Richtung an Stärke zu und verwischen dadurch die Sonderung der ursprünglich einzelnen Blattspuren nach aussen gänzlich. Aber im Innern kann man dennoch stets, selbst in alten Zweigen, an den gegen das Mark

vorspringenden Primordialbündeln die gesetzmässige Zahl und Anordnung derselben wiedererkennen.

Laubhölzer.

Auch unter den einheimischen Laubhölzern giebt es einige, deren Blätter nur einen einzelnen Gefässstrang aus dem Holzkörper erhalten. Die meisten aber bekommen deren mehrere, und zwar besonders häufig drei, und da hierdurch die ganze Anordnung des Holzringes viel zusammengesetzter und mannigfaltiger wird, so werde ich zunächst einige von diesen als Beispiele vorführen.

Ich beginne mit einem Zweige von Cytisus Laburnum, welcher eine verhältnissmässig einfache, leicht zu durchschauende Anordnung seiner Gefässbündel bietet. Fig. 15 stellt einen Durchschnitt desselben in schwacher Vergrösserung dar. Aus Betrachtung des Ursprungs der Blattgefässbündel auf der Fläche des Holzkörpers und ihres Verlaufs auf derselben ergiebt sich, dass die mit I, 1a, 1b bezeichneten Theile des abgebildeten Holzringes die Gefässbündel des nächst austretenden Blattes sind. Sie zeichnen sich unter den übrigen Holzbündeln durch ihre kürzere Keilgestalt mit abgerundeten Seiten aus und übertreffen alle an Grösse. Da die Blätter auf der Cylinderfläche des Zweiges annähernd in $\frac{2}{5}$-Stellung stehen, so müssen wir die mittleren Bündel der fünf ersten Blätter auf vorliegendem Querschnitte in entsprechenden Abständen wieder zu finden erwarten. Doch drängen sich zwischen sie noch eine grössere Anzahl von Seitenbündeln derselben Blätter. Man suche daher zunächst die zum zweiten und dritten Blatte gehörigen Bündel, indem man sie von ihrem Austritt an auf dem entrindeten Stengel abwärts bis zur Schnittebene verfolgt. Es ergiebt sich dabei, dass diese alle unter sich und auf die Bündel des ersten Blattes in lauter ziemlich gleichen Abständen folgen. Sie sind in der Figur, ebenso wie die Stränge der folgenden Blätter, so bezeichnet, dass die römische Ziffer immer das mittlere, die deutschen dagegen die Seitenbündel des Blattes angeben, welche letzten ihrerseits noch durch a und b so unterschieden werden, dass jeder Seitenstrang a auf dem kurzen Wege nach dem in der Reihe folgenden Blatte, und b auf dem langen Wege dorthin gelegen ist.

Aus dem Vergleich der Stränge des zweiten und dritten Blattes mit denen des ersten geht hervor, dass diese auch hier nach unten zu in peripherischer Richtung schmaler und verhältnissmässig in

radialer desto breiter werden. Dies findet sich bei Verfolgung eines einzelnen Bündels bestätigt. Fig. 14 stellt ein solches im dritten niederen Interfolium unter seinem Austritt in stärkerer Vergrösserung dar (entsprechend dem Bündel 3b der Fig. 15). Es besteht hier zunächst aus einem gegen das Mark vorspringenden Erstlingsbündelchen, welches im Umfang aus gewöhnlichen Holzzellen, im Innern aus auffallend feinen, losen, leicht zerreissbaren, langgestreckten Zellen (h″) und dann aus einigen engen Spiralgefässen (s) besteht. Darauf folgen sogleich in grösserer Anzahl weitere Tüpfelgefässe. Nun kommt eine Zone, die fast nur aus Holzzellen besteht, bis sich später wieder Tüpfelgefässe einmischen. Von der gegebenen Schnittfläche nach oben zu nimmt der Primordialstrang an Stärke und besonders an Breite zu; nach unten nimmt er schnell ab, bis er ganz verschwindet.

Die Bündel der ersten drei Blattspuren theilen also den gesammten Holzring in ziemlich gleiche Stücke, doch steht Strang III so nahe an 1b heran, dass 3a gezwungen ist, über dies Bündel hinweg zu treten, wodurch sich dann der Kreis dieser drei Blattspuren in sich selbst abschliesst. Da nun die Bündel der vierten Spur in wiederum gleichen Abständen folgen müssen, so wird man 4b jenseits I, IV jenseits 1a und 4a jenseits 2b zu suchen haben. Und wie die Zeichnung darthut, finden sich hier auch drei Bündel, die sich in ihrem Grössenverhältnisse den vorhergehenden natürlich ausschliessen. Auch bestätigt die Verfolgung der Bündel auf der Stengelfläche, die so weit möglich zu sein pflegt, die Richtigkeit der Deutung.

Schliesst man nun, dass sich das fünfte und sechste Blatt ebenso zu dem zweiten und dritten stellen müssen, wie das vierte zu dem sechsten u. s. f., so kann man mit Leichtigkeit die Orte des Holzkreises beziffern, wo man erwarten dürfte, die einzelnen Bündel ihrer Spuren zu erblicken, wenn sie tief genug herabreichen. In der Zeichnung ist die Lage der Spiralgefässe, mithin der Primordialstränge, durch dunklere Punktirung angedeutet, und man sieht daher in der That, wie die mit 5b, V, 5a, 6b, VI, 6a und 7b bezeichneten Holzgruppen mit immer schwächer werdenden Erstlingsbündeln versehen sind (bei 6b und 6a waren die Spiralgefässe schon nicht mehr völlig sicher zu erkennen). An den mit VII, 7a, 8b, VIII bezeichneten Stellen fehlen dieselben, doch sind hier die nur mit Folgeschichten erfüllten Abstände zwischen den benachbarten vollständigen Bündeln so gross, dass man in ihnen

wohl die unteren Enden von den Spuren der entsprechenden Blätter erblicken darf, deren Primordialbündel oberhalb des Schnittes erst ihren Anfang nehmen. Der Platz für Strang 8a u. s. w. ist nicht mehr deutlich genug nachweisbar. Das Mikroskop zeigt, dass bei der allmählichen Abnahme der Primordialstränge gemäss der Reihenfolge der Zahlen zuerst das axenwärts vorgeschobene Bündelchen feiner Cylinderzellen, etwas tiefer erst die Spiralgefässe und endlich sogar die denselben folgende Gruppe von Tüpfelgefässen aufhören, so dass dann in der Regel die später folgenden Gefässe durch eine Zone, die lediglich aus Holzzellen besteht, vom Marke getrennt bleiben. Uebrigens verschmelzen die Folgeschichten aller Bündel untereinander, ohne durch stetige Markstrahlen von einander getrennt zu werden, verrathen jedoch durch ihre Richtung nach innen zu, welchem Erstlingsbündel sie zugehören.

Beachtet man nun wiederum die Uebereinstimmung zwischen der äusserlich an dieser Pflanze beobachteten Blattstellung und dem allmählichen Formübergang der Gefässbündelfolge im Innern, und findet man dann ebenfalls wieder eine ähnliche Gestaltung des Holzkreises in allen Gegenden des gegebenen und vieler anderen Zweige derselben Pflanzenart, so darf man sich für berechtigt halten, dieselbe als gesetzlich anzuerkennen.

Ueberdies findet man aber, wie auch in den früher besprochenen Pflanzen, die beste Bestätigung in der Gipfelknospe selbst. *Fig.* 16 stellt einen Querschnitt durch dieselbe dar. Er zeigt den jungen Holzring mit vielen nach innen vorspringenden Primordialbündeln, die durch stärkere Schattirung hervorgehoben sind. Die erste Blattspur (I, 1a, 1b) ist schon ausgetreten. Die ferneren sind durch auffallend verschiedene Stärke ihrer Bündel gut zu unterscheiden und leicht in ihrer richtigen Reihenfolge herauszufinden. Sie lassen sich bis zur achten hin nachweisen und bestätigen die in Fig. 15 aufgefundene Reihenfolge auf das Vollkommenste.

Somit ergiebt sich für den Holzkörper von Cytisus Laburnum eine Zusammensetzung aus etwa acht Blattspuren, deren vierundzwanzig einzelne Bündel sich, wenn ich vom Hauptstrange der ersten an in der Richtung des kurzen Weges den Stengel umkreise, in folgende Ordnung stellen: I, 4b, 6a, 1a, IV, 7b, 2b, 4a, VII, II, 5b, 7a, 2a, V, 8b, 3b, 5a, VIII, III, 6b, (8a), 1b, 3a, VI, I. Die sechste Blattspur steht mithin zunächst der ersten, woraus eine nicht völlig genaue $\frac{2}{5}$-Stellung erhellt. Die Primordialbündel

durchlaufen, wie aus einer grösseren Zahl von Beobachtungen hervorgeht, etwa fünf bis sieben oder höchstens acht Interfolien. Fig. 23 zeigt die Zwischenordnung der einzelnen Bündel in Horizontalprojection an sechs Blättern. In Fig. 27 ist versucht worden, ein Schema des Verlaufs der Primordialstränge in der Weise zu geben, dass man daraus zugleich ihre gegenseitige Zwischenordnung und ihr allmähliches Abnehmen und endliches Aufhören nach unten zu ersieht. Ich muss übrigens erwähnen, dass die hier dargestellte Anordnung in der genannten Pflanze zwar sehr gewöhnlich, aber dennoch nicht die allein vorkommende ist, sondern dass sich daneben noch eine andere findet, auf die ich jedoch erst später zurückkommen werde.

Vergleicht man nun mit dem Cytisus Laburnum andere Gewächse mit ebenfalls „dreisträngigen“ Blättern, so bemerkt man bald, dass ausser dem Unterschied, der, wie bei den „einsträngigen“ Blättern der oben besprochenen Pflanzen gefunden ist, auf der Gesammtzahl der nebengeordneten Blattspuren beruht, hier noch ein ganz anderer in Betracht kommt.

Als erläuterndes Beispiel lege ich die Abbildung eines Holzring-Querschnittes von Ribes nigrum vor (Fig. 10). Er lässt einen fast gleichmässig aussehenden Holzkreis erblicken, an dessen innerem Umfang eine Anzahl von Erstlingsbündeln hervorragen. Bezieht man nun die verschiedene Stärke derselben auf die Ordnung, in der sich die Gefässstränge der ersten drei oder vier Blätter auf der entrindeten Holzfläche des Stengels neben und zwischen einander stellen, so lassen diese sich leicht auf dem Querschnitte, wie sie in der Figur angegeben sind, wiedererkennen. Von ihnen kann man dann in ähnlicher Art wie bei Cytisus die Orte ableiten, an denen die ferneren Blattspuren zu suchen sind; und so findet man noch die Stränge eines fünften Blattes zum Theil mit deutlichen Primordialbündeln und ausser diesen überall an den Orten der noch jüngeren Blattspuren statt dieser Bündel Lücken, die nur von Succedanzellen erfüllt werden, aber breit genug sind, um die unteren Enden von noch etwa drei Spuren ausmachen zu können. Beachtet man, dass der Mittelstrang jeder Blattspur durchgehends stärker ist als die Seitenbündel, so wird man im Uebrigen ein folgerechtes Abnehmen der Bündel gewahren.

Die daraus folgende Anordnung der einzelnen Gefässbündel unterscheidet sich nun zwar von der des Cytisus schon dadurch,

dass die Hauptstränge der acht Spuren annähernd in den Abständen einer $\frac{3}{8}$-Stellung stehen, aber ausserdem noch dadurch, dass die drei Stränge jeder einzelnen Spur einen verhältnissmässig grösseren Kreisbogen umspannen als dort, so dass die benachbarten Seitenstränge je zweier Blätter näher bei einander stehen als die Bündel einer einzelnen Spur. Dadurch wird die gesammte Anordnung der Seitenbündel eine andere. Bündel 3a tritt weiter über 1b hinaus, jenseits VI näher an I heran; Bündel 4b erscheint schon diesseits I, dicht neben 3a, während es im Cytisus erst auf der anderen Seite von I folgt. Kurz, jeder Seitenstrang entfernt sich so weit von seinem Hauptstrange, dass er über den in der Horizontalprojection zunächst benachbarten Hauptstrang einer anderen Spur hinweg tritt. Eine vergleichende Betrachtung der schematischen Figuren 23 u. 27 mit 24 u. 28, welche letzten beiden dem Ribes entsprechen, wird diesen Unterschied übersichtlich machen. Er spricht sich schon in der gegenseitigen Stellung der drei ersten Blattspuren völlig deutlich aus; dieselben sind daher in den Fig. 23 u. 24 stärker gezeichnet, um diesen Charakter dem ersten Blick anschaulich zu machen*).

Die Anordnung der Holzring-Bestandtheile in Ribes nigrum ist daher, in derselben Richtung wie jene oben aufgeführt, folgende: I, 6a, 7b, IV, 1a, 2b, VII, 4a, 5b, II, 9a, 8b, V, 2a, 3b, VIII,

*) Anmerkung. Um die verschiedenen Anordnungen der Seitenbündel zwischen ihren Hauptbündeln und überhaupt die Zusammensetzung des Holzringes in verschiedenen Pflanzen leichter entziffern zu können, ist es bequem, sich schematische Horizontalprojectionen der gewöhnlichsten Stellungsverhältnisse auch für dreisträngige Blätter zu entwerfen. Am besten trägt man sie auf concentrische Kreise auf, so dass man leicht eine auf die andere beziehen kann. Man vertheilt zunächst nach der Divergenz die fünf, acht, dreizehn u. s. w. Hauptstränge. Zwischen je zweien von diesen müssen dann zwei Seitenstränge Platz finden, da die Zahl derselben doppelt so gross ist. Indem man nun auf verschiedenen Kreislinien die zwei zu einem jeden Hauptbündel gehörigen Seitenbündel sich beiderseits allmählich immer weiter von diesem entfernen lässt, sieht man leicht, wie viel verschiedene Zwischenordnungen für jedes Stellungsverhältniss, — vorausgesetzt, dass dasselbe vollkommen regelmässig entwickelt wäre, — möglich sind. Durch Vergleich der Blattspuren der niedersten drei bis vier Blätter auf der Stengelfläche und des Stengeldurchschnittes mit diesen schematischen Schlüsseln findet man dann meist sehr bald, welcher von denselben das vorhandene anatomische Verhältniss darstellt, und kann danach nicht allein auch die Spuren der höheren Blätter richtig deuten, sondern auch bestimmen, wie viel Blätter eines höheren Stellungscyclus etwa sich gewissermaassen als überzählig in die Symmetrie des nächst niederen eingedrängt haben.

5a, 6b, III, 8a, 1b, VI, 3a, 4b, I. Ausserdem lässt das unvollständige Bündel zwischen 1a und 2b mit grosser Wahrscheinlichkeit auf eine neunte Spur schliessen, die sich ebenfalls in dem grossen Raum zwischen 1b und 3a, neben VI angedeutet findet und, obwohl sie zwischen I und 6a gar nicht nachweisbar, dennoch dafür zu zeugen scheint, dass auch hier die $\frac{3}{8}$-Stellung nicht völlig genau ist. Und damit stimmt auch die äussere Stellung der Blätter überein. In dieser Zahlenreihe und in der oben besprochenen grösseren Breite der einzelnen Blattspur, — es sei gestattet, dieselbe kurzweg mit dem Ausdruck „Spurweite" zu bezeichnen, — liegt dann ein bestimmt ausgeprägter, für beide Gewächse verschiedener Charakter im Baue des Holzringes. Eine Aehnlichkeit zwischen beiden lässt sich dagegen darin finden, dass auch im Ribes die Länge der Primordialbündel, die wieder aus Holzzellen und Spiralgefässen bestehen, durchschnittlich fünf Interfolien beträgt. In allen bisher beobachteten Zweigen von Ribes nigrum haben sich mir diese Charaktere als constant erwiesen.

Ich füge endlich noch als drittes Beispiel einer wiederum abweichenden Bildung Amorpha glabra hinzu. Fig. 12 zeigt ein Hauptbündel einer Blattspur aus einem jungen Zweige, eben im Begriff auszutreten. Eine Bogenstellung von Spiralgefässen (s), deren Reihen sich alsbald durch Tüpfelgefässe (t) fortsetzen, umgeben von Holzzellen (l), gefolgt von Bündeln feiner (b') und einem geschlossenen Bogen weiterer Bastzellen (b), machen es aus. In dem Holzringe abwärts ziehend verjüngt es sich schnell, pflegt aber durchschnittlich mit seinen letzten Spiralgefässen bis etwa ins achte bis zehnte Stengelglied abwärts zu gelangen und sich dann öfter durch die sich zunächst anschliessenden einzelnen Tüpfelgefässe noch ein Paar Interfolien weiter abwärts kenntlich zu machen. Fig. 13 stellt einen Schnitt aus der Basis eines langen, mit vielen Blättern versehenen Zweiges dar. Die Gefässe sind ausgezeichnet; die Holzzellenreihen durch Strichelung angedeutet. Die Bezifferung der Blattspuren ist auf die mehrfach besprochene Weise erfolgt und durch Vergleichung vieler Schnitte bestätigt. Die Ordnung der Blattspuren zeigt eine ungefähre $\frac{3}{8}$-Stellung, doch erscheint die neunte Spur deutlich neben der ersten, so dass dieselbe noch übertroffen wird. Die Primordialbündel, welche hier wenig nach innen vorspringen, nehmen dennoch im Allgemeinen in gewohnter Weise an Stärke ab, bis sie verschwunden sind, obwohl

einige vergleichsweise früh aufhören, Spiralgefässe erkennen zu lassen, wie z. B. Bündel 7b und VII, während sich dieselben in anderen noch weiter fortsetzen.

Der wesentlichste Unterschied zeigt sich nun aber in der auffallend geringen Spurweite der einzelnen Blätter. Die Spur des dritten Blattes reicht nicht zwischen die Bündel der ersten Spur hinein, sondern alle drei Spuren des ersten Spiralumlaufs bleiben gesondert. Der Abstand der Seitenbündel eines Blattes ist geringer als der zwischen dem ersten und zweiten, zweiten und dritten u. s. w. Das Schema Fig. 22 zeigt das Verhältniss übersichtlich in Horizontalprojection, Fig. 26 dasselbe im Aufrisse, und die Folge der Bündel der gewöhnlich vorhandenen elf Blattspuren im Kreise herum ist demnach: I, IX, 4b, 1a, 9a, IV, 7b, 4a, VII, 2b, 10b, 7a, II, X, 5b, 2a, 10a, V, 8b, 5a, VIII, 3b, 11b, 8a, III, XI, 6b, 3a, 11a, VI, 1b, 9b, 6a, I.

Ueberblicken wir nun die Bildung in den drei zuletzt vorgeführten Fällen, so finden wir einerseits wiederum bestätigt, dass der Holzring aus einer gegebenen Zahl Blattspuren zusammengesetzt ist, die sich nach und nach von unten nach oben durch immer neue ersetzen und deren Primordialbündel vereinzelt bleiben, während ihre Folgeschichten zum gemeinsamen Holzringe verschmelzen. Wir finden aber andererseits, dass die Zahl der constituirenden Blätter hier durchschnittlich geringer ist. Dies gleicht sich aber dadurch einfach aus, dass jede Blattspur hier aus drei Strängen besteht; und nehmen wir demnach die Zahl der einzelnen Blattbündel für Cytisus Laburnum auf durchschnittlich 20 — 24, für Ribes nigrum auf 24 — 27, bei Amorpha bis über 30 an, so findet sich sogar eine grosse Aehnlichkeit mit der Gefässbündelzahl der erwähnten Nadelhölzer.

Endlich aber bietet sich hier eine neue Reihe von Charakteren in der eigenthümlichen Spurweite und der dadurch bedingten Verschiedenheit in der Zwischenordnung der Seitenbündel unter einander und zwischen den Hauptbündeln. Wir finden hierin eine Steigerung von dem Verhältnisse bei Amorpha zu dem von Cytisus und noch weiter zu dem von Ribes; doch ist der Unterschied zwischen den ersten beiden nicht allein dem Maasse nach grösser, sondern auch besonders durch den Umstand wesentlicher, dass das dritte Blatt bei Amorpha mit seiner Spur neben dem ersten bleibt, während es bei Cytisus und Ribes mit dem dritten Strange zwischen

dessen Bündel tritt. Es ist leicht ersichtlich, wie dies auf die Beständigkeit der Blattordnung und somit der ganzen Stengelsymmetrie von Einfluss sein muss, indem z. B. die schmalspurigen Blätter von Amorpha, deren Spuren nicht in einander greifen, sich leichter und weiter in ihrer Entwickelung neben einander auf- oder abwärts vorbei schieben können, als die von Ribes und Cytisus, bei denen keines über seinen zweiten Nachbar hinaus kann. Deshalb finden sich auch bei Amorpha häufigere Metatopien.

Es kommt sogar ferner bei anderen Pflanzen eine verhältnissmässig noch grössere Spurweite vor, wie das Schema Fig. 25 zeigt, durch das ich die gegenseitige Stellung der ersten Blattdreizahl aus Zweigen von Rosa centifolia angedeutet habe, ohne mich vorläufig auf weitere Einzelheiten dieser Pflanze einzulassen. Man sieht, wie hier alle sechs Seitenbündel gegenseitig über einander weg greifen.

Es hat sich mir nun dies letztbesprochene Verhältniss ebenso wie überhaupt die Anordnung, Zahl und Länge der Blattspuren für eine grosse Zahl beobachteter Arten als zwischen bestimmten Grenzen beständig bewiesen. Indem ich mir jedoch die Besprechung darauf bezüglicher Einzelheiten von einer grösseren Pflanzenzahl für eine Fortsetzung dieser Arbeit vorbehalte, will ich für diesmal mich begnügen, was schon aus dem Vorgelegten genugsam zu folgen scheint, zunächst noch einmal zusammenzufassen.

Ergebniss.

Die mitgetheilten Beobachtungen sollten die Frage zu lösen versuchen, welchen Einfluss Blattstellung und Stengelbau wechselweis auf einander ausüben möchten, und zwar zunächst für Pflanzen mit dicotylem Stengelbau und spiralständigen Blättern. Die Stengel von einer Anzahl Pflanzenarten aus sehr verschiedenen Familien erwiesen sich als völlig nach denselben Gesetzen gebaut; diese dürften daher eine allgemeinere Geltung haben.

Man war sonst gewohnt, den Holzcylinder als eine in sich geschlossene Einheit zu betrachten, gegenüber dem Rindencylinder. Besonders durch Schleiden, Schacht und Unger*) wurde nachgewiesen, dass derselbe aus einzelnen Gruppen, sogenannten

*) Schleiden, Grundzüge d. wiss. Bot. 3. Aufl. II. S. 162 etc. Unger, Anatomie u. Physiologie d. Pflanzen. 1855. S. 215 etc. Schacht, Lehrbuch d. Anatomie u. Physiologie d. Gewächse. 1856. S. 334 etc. und a. a. O.

Gefässbündeln, bestehe, die in Gemeinschaft mit einer gegenüberliegenden Gruppe aus der Bastschicht der Rinde und einem Bogenstück aus dem Cambialringe gewissermaassen eine zusammengehörige Einheit darstellten. Schacht zumal führte die Beobachtung dieser Gefässbündel genauer aus und hob den Unterschied zwischen „primären", d. h. solchen Bündeln, die vom Marke aus durch Markstrahlen getrennt sind, und „secundären", d. h. den späteren Zertheilungen von jenen, besonders hervor. Alle diese Beobachter lehren zugleich, dass jedes primäre Bündel dem Marke zunächst eine Anzahl ächter Spiralgefässe besitze, auf welche dann nach aussen zu verschiedene andere Gefässe folgen, und ferner, dass die Blätter ihre Gefässbündel aus dieser innersten Zone des Holzringes erhalten, was zuerst schon Malpighi*) abgebildet und beschrieben hat. Die völlige Identität der Blattgefässbündel mit der gesammten Anzahl dieser Anfänge der primären Gefässbündel des Stengels wird jedoch nirgends ausgesprochen. Selbst nachdem Lestiboudois in seiner oben citirten Abhandlung die nahe Beziehung zwischen denselben für viele Pflanzen mit decussirter Blattstellung genau genug nachgewiesen, nehmen Unger und Schacht, die diese Arbeit nicht erwähnen, darauf keine Rücksicht, sondern bleiben bei der allgemeinen Bezeichnung der Blattgefässbündel als „Verzweigungen der Gefässbündel des Stengels", ohne auf ihr eigenthümliches Verhalten näher einzugehen.

Zugleich mit Lestiboudois hatte auch ich von anderen Pflanzen dasselbe mitgetheilt und als allgemeines Gesetz ausgesprochen, dass genau so viel primäre Bündel in einem dicotylen Stengel zu finden seien, als zu den Blättern, die er trüge, nöthig wären, dass es ausser diesen keine darin gebe, und dass sie weithin durch den Stengel einen selbständigen Verlauf nehmen**). Eine Thatsache, die durch mancherlei einzelne Beobachtungen verschiedener Phytotomen, welche alle aufzuzählen mich hier zu weit führen würde, nahe genug gelegt wird, wie z. B., — um von Vielem nur Eins anzuführen, — Link's***) Abbildungen von Durch-

*) Malpighi, Anatome plantarum. 1675. t. 17 f. 90 und a. a. O.

**) Conf. des Verf. Plantarum vascularium folia, caulis, radix, utrum organa sint origine distincta an ejusdem organi diversae tantum partes, Linn. XXI. 1848. p. 23, 61, 76 etc. und Unters. üb. d. Bau u. d. Entwick. d. Baumrinde. 1853. S. 92 etc. — Die in jener ersten Abhandlung von mir vertheidigte Ansicht, dass der gesammte Stengel aus einer Summirung von Blatteinheiten entstehe, war eine irrthümliche.

***) Link, Icones t. 13 f. 8 et 11 etc.

der aber „um so weniger in den Einzelheiten der Vermehrung der Zellen sich zu erkennen gebe“, als diese „zahlreicher“ seien.

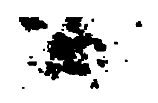
Dagegen macht die Blattentstehungsfolge in den Vegetationspunkten aller beobachteten Pflanzen stets den Eindruck, als ob die gesammte Masse des Gipfelcambiums das Gesetz vollkommenster Raumbenutzung befolge. Stets erscheint der jüngste Blatthügel da, wo zwischen den vorhergehenden und dem Mittelpunkte der meiste Raum geblieben ist. Nähme man an, dass die schnell auf einander folgenden Blattanlagen im Vegetationsscheitel sich eben so zu ordnen streben, dass jede neu erscheinende möglichst von allen ihren Vorgängern in der Richtung abweiche und möglichst weit, besonders von den letzten derselben, entfernt bleibe, so würden daraus eben ohne Weiteres die Stellungsverhältnisse der Hauptkette hervorgehen, die nicht allein diese Bedingungen aufs Vollkommenste erfüllen, sondern einander zugleich so nahe verwandt sind, dass durch ein höchst geringes Verschieben der Blätter ein niederes Stellungsverhältniss in das nächst höhere übergeführt, und damit für eine weit grössere Anzahl von Blattorganen mit der geringsten Mühe Raum gewonnen wird*).

Aber das alles ist vielmehr eine erläuternde Erklärung des Sachverhalts, als ein Verständniss des gesuchten letzten Grundes dieser in der Pflanzenwelt so merkwürdigen Zweckmässigkeitserscheinung. Doch muss man eben mit jener fürlieb nehmen, so lange sich dieser der thatsächlichen Beobachtung entzieht. Denn in den reinen mathematischen Zahlengrössen selbst, so ebenmässig sie geordnet seien, und so durchsichtig sie diese ganze morphologische Erscheinung der Blattfolge gemacht haben, ist das innerste Wesen derselben sicherlich auch nicht ausgedrückt, um so weniger, als die reinen Divergenzen gewiss nur in den seltensten Fällen — wenigstens bei Dicotylen — eingehalten werden. Auch ist mir ein organisch-physiologischer Werth in der Bemerkung von Zeising, der die ideale mittlere Divergenz auf das Verhältniss des sogenannten goldenen Schnittes zurückführt, oder gar in der philosophirenden Betrachtung von Agassiz**), der die Blattdivergenzen den Umlaufszeiten der Planeten parallelisirt, noch nicht durchsichtig geworden***).

*) Siehe Nachtrag I das Ausführlichere hierüber.

**) Agassiz, Contribution to the Natural history of the United States of North-America. Chpt. I.

***) In den Transactions of the Acad. of science of St. Louis befindet sich





Vielmehr ist mir aus den Beobachtungen so zahlreicher Fälle, in denen allen ein einzelner mathematischer Werth so wenig festgehalten, vielmehr so vielfach anatomisch modificirt wird, die Anschauung hervorgegangen, dass in der Natur die mehr oder weniger genaue Uebereinstimmung der Blattvertheilung mit den Divergenzzahlen nur secundär, und die Bedeutung dieser daher die von logisch abstrahirten Näherungswerthen eines und desselben idealen Verhältnisses sei, das, überall consequent angestrebt, in jedem einzelnen Falle durch gegebene specifische Eigenthümlichkeiten anatomisch beschränkt werde*).

Nehmen wir aber vorläufig jenes in seinem innersten Grunde noch unfassbare Spiralprincip (— denn selbst mit dem Nachweise einer die Spirale befolgenden ersten Zelltheilung wäre doch ferneren Fragen noch nicht ein Ziel gesetzt —) als naturgegebenes hin, so gewinnt dann eben dieser beschränkende Einfluss der Stengel-Anatomie die wichtige Bedeutung, dass er innerhalb der schrankenlosen Weite der Möglichkeit des allgemein herrschenden Gesetzes für den bestimmten Fall feste, ihm eigenthümliche, thatsächliche Grenzen setzt und erkennen lässt.

In kurzen Worten sind also die gewonnenen Ergebnisse folgende:

1) Der Holzkreis kommt in den dargestellten Pflanzen (in allen Dicotylen?) ursprünglich aus einer Anzahl von „Erstlingsbündeln" zu Stande, die mit den Blattgefässbündeln völlig identisch sind und aus Cambialsträngen entstehen, welche zugleich mit dem gemeinsamen Cambialcylinder aus dem Gipfelcambium, und nicht erst aus dem peripherischen Cambium sich bilden.

---

eine Abhandlung: Phyllotaxis, its numeric and divergential law explicable under a simple organological idea von T. C. Hilgard, in der der Verfasser die innere Natur der Blattfolge dadurch aufzudecken glaubt, dass er die Blattelemente der folgenden Umläufe durch die der vorhergehenden „erzeugt" werden lässt. Da er jedoch den factischen Beweis dieser Meinung nicht antritt, sondern dieselbe nur auf dem Wege der Speculation aus Betrachtung einer normal gestellten Blattrosette ableitet und dann überdies, in Anbetracht des das ganze Pflanzenreich in seiner Entwickelung beherrschenden $\frac{1}{2}$-Gesetzes, sich veranlasst sieht, ein phyllotactisch-philosophisches Pflanzensystem aufzustellen, dessen Haupt- und Unterabtheilungen nach der $\frac{1}{2}$-Regel geordnet und danach neu benannt sind, so ist diese Theorie als vorläufig rein speculativ, noch nicht als eine wissenschaftlich begründete anzusehen.

*) Vergl. Nachtrag II.

2) Diese Primordialbündel, die aus Spiralgefässen und Holzzellen bestehen (vielleicht sind in den letztbesprochenen Pflanzen auch noch die ersten Tüpfelgefässe hinzu zu rechnen), durchziehen selbständig und gesondert eine gewisse Zahl von Stengelgliedern, treten an ihrem untersten Ende entweder isolirt auf, oder kommen nur durch sehr wenige Gefässe mit einem Nachbarbündel in Berührung, nehmen dagegen von unten nach oben stetig an Dicke zu und treten an ihrer stärksten Stelle ganz in die Blätter aus, so dass sie nicht passend als blosse Verzweigungen im gewöhnlichen Sinne von Bündeln, die ausschliesslich dem Stengel zugehören, anzusehen sind.
3) Auf die Erstlingsbündel folgen in der Entwickelung Lagen von Holzzellen, getüpfelten und anderen Gefässen, „Folgeschichten", die sich jenen anlegen und sie verstärken und ersetzen, bis sie einander näher kommen und sich zur gemeinsamen Kreisschicht vereinigen, die von unten nachwachsend immer dicker wird und von jenen wohl zu unterscheiden ist.
4) Die Erstlingsbündel bilden in Gemeinschaft mit ihren Folgeschichten, ihrer Cambium- und Bastlage geschlossene Einheiten, die als „Blattspuren" gewissermaassen den Antheil der einzelnen Blätter am gemeinsamen Gefässkreise ausmachen.
5) Die Anordnung dieser Blattspuren im Holzringe stellt das anatomisch fixirte Bild der Blattstellung dar, welche sich meist als zwischen gegebenen Grenzen schwankend, aber sich selten an eine einzelne Ziffer bindend erweist, und durch die in der Zahl jener Blattspuren liegenden anatomischen Eigenthümlichkeiten beschränkt wird.
6) Der Holzkörper im Stengel der Dicotylen ist daher nichts weniger als eine aus beliebig vielen grösseren und kleineren Gefässbündeln bestehende Ringschicht, sondern zeigt eine vollkommen gesetzmässige Zusammensetzung aus einer zwischen bestimmten Grenzen gegebenen Anzahl von Blattspuren*).

*) Vergl. Hofmeister a. a. O. über die Gefässbündelvertheilung in Aspidium filix mas und anderen Farren und in des Verf. citirter Schrift (Plant. vasc. etc.) die Darstellung aus Nephrolepis tuberosa und Struthiopteris germanica. S. 40 etc. und Taf. III. Fig. 11—31, 34.

7) Aus dieser Anzahl in einem Querschnitte vereinigter Blattspuren, oder, was dasselbe ist, aus der Zahl der von jeder Spur durchlaufenen Interfolien, ferner aus der specifischen Spurweite, aus der Stärke, dem Baue und der Zahl der Bündel jeder Spur und aus der gegenseitigen Neben- und Zwischenordnung derselben erwachsen eine Zahl specifischer anatomischer Unterschiede, die für jede Art annähernd constant sind.

Um die vorstehenden Mittheilungen, die nur auf gewisse, bisher in der vergleichenden Phytotomie noch nicht genug beachtete Verhältnisse aufmerksam machen wollen, nicht zu sehr anzuschwellen, behalte ich fernere Einzelheiten einer folgenden Abhandlung vor. Es wird nicht allein zunächst nöthig sein, die aufgestellten Gesetze durch zahlreichere Thatsachen zu stützen, sondern es wird auch meine Aufgabe sein, ausser den Pflanzen mit ein- und dreisträngigen Blättern auch die mit mehrsträngigen ausführlichem Vergleich zu unterwerfen und ausser den spiraligen auch die alternen und decussirten Blattstellungen noch ausführlicher zu beobachten. Auch die zahlreichen Fälle, in denen die Gefässbündel, zumal im Stengelknoten, bevor sie in die Blätter abgehen, sich auf mannigfache Weise verbinden oder spalten, sind darzulegen. Vorläufig scheinen die wenigen ausführlich besprochenen Beispiele zur Begründung der allgemeinen Folgerungen zu genügen.

Nachtrag I.

Man kann die Glieder der Kettenbruchreihe $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{2}{5}$, $\frac{3}{8}$, $\frac{5}{13}$ u. s. w., welche die einzelnen Fälle der normalen Blattstellung angeben, in einfachem Zusammenhange auseinander folgern, wenn man die Horizontalprojection einer normalen Blattspirale ins Auge fassend sich die Aufgabe stellt, mehr und mehr Blätter (oder Blattgefässbündel) in denselben Kreis eintreten und unter gewissen Bedingungen sich gleichmässig in demselben vertheilen zu lassen.

Nimmt man als naturgegebene Bedingungen dann etwa diese an:

1) dass die gegebene Anzahl von Blättern, die miteinander in einem Kreise beisammen stehen sollen, nach eben so viel verschiedenen Richtungen gleichmässig vertheilt werden;

2) dass jedes Blatt, sowohl nach aussen als auch mit seiner Gefässspur innerhalb des Stengels, seinen nächsten Vorgängern in der Spirale möglichst fern bleibe, und

3) dass dennoch alle Blätter in einer einzigen Spirale aufeinander folgen, und dass auch neue Blätter, die zu der gegebenen Anzahl hinzu kommen, durch möglichst geringe Veränderung der Divergenz eintreten können,

so lässt sich jeder folgende Divergenzbruch aus dem Vorhergehenden durch einfache Betrachtung ableiten.

Je zwei Blätter theilen den Kreis unter sich gleichmässig, wenn sie nach $\frac{1}{2}$-Divergenz gestellt sind. Sollte ein drittes an demselben Kreise theilnehmen, ohne auf das erste zu treffen, so würde dies durch Verminderung des Divergenzschrittes auf $\frac{1}{3}$ erreicht*), ohne dass die Spirale einen zweiten Umgang zu beginnen brauchte. Dann würde erst das vierte Blatt der Spiralfolge in seiner Richtung und seinem Ursprung wieder mit dem ersten zusammenfallen. Wäre es aber die Aufgabe, auch für den Eintritt des vierten Blattes und seiner Gefässspur noch einen selbständigen Platz in demselben Kreise nach obigen Bedingungen zu gewinnen, während es selbst in den zweiten Umgang der Spirale zu stehen kommt, so lehrt die Betrachtung von Fig. 29, dass alsdann der Divergenzschritt wieder zu erweitern wäre, damit Blatt 4 jenseit des ersten Blattes zwischen dies und das zweite hineinträfe, da es an keinem anderen Orte im Kreise so weit von seinem Vorgänger 3 entfernt werden könnte. Zugleich würde es Blatt 1 und 2 am wenigsten zu nahe kommen, wenn es gerade die Mitte zwischen beiden einnähme. Bei $\frac{1}{3}$-Divergenz betragen drei Schritte, also die Anzahl, die der Nenner des Divergenzbruches angiebt, so viel wie ein Spiralumlauf. Von der zu suchenden Divergenz dagegen müsste die Summe von drei Schritten den ersten Spiralumgang, d. h. die Grösse der ganzen Kreisperipherie, um die Hälfte des Abstandes überragen, den Blatt 2 eben nach dieser zu suchenden Divergenz von Blatt 1 erhalten würde. Die neue Divergenz, die ich, wenn ich die Divergenz $\frac{1}{2}$ mit D_1 und $\frac{1}{3}$ mit D_2 bezeichne, nun D_3 nennen kann, wäre also zu finden aus:

$$3\,D_3 = 1 + \tfrac{1}{2}\,D_3,\ \text{oder: } D_3 = \tfrac{2}{5}.$$

D. h.: mit dem Divergenzschritt $\frac{2}{5}$ würde auch ein viertes Blatt im

*) Oder durch Vermehrung auf $\frac{2}{3}$; doch will ich hier die Divergenzen des sogenannten langen Weges, deren Betrachtung dasselbe Resultat ergiebt, der einfacheren Uebersicht wegen übergehen.

Kreise nach obigen Bedingungen unterzubringen sein. Da aber der Bruch $\frac{2}{5}$, wenn ich ihn zweimal im Kreise herum abtrage, diesen in fünf Theile theilt, auf deren Theilpunkten jene vier Blätter zu stehen kämen, so erhellt, dass zugleich auch noch ein fünftes ebenmässigen Raum fände, und zwar, wenn man die Spirale ihren zweiten Umlauf vollenden lässt, zwischen 2 und 3, wie das vierte zwischen 1 und 2 Platz erhielt, und es genügte somit die Divergenz, nach welcher ein viertes Blatt am zweckmässigsten eingeschoben würde, zugleich zur Unterbringung eines fünften. Das sechste Blatt träfe dann nach Vollendung des zweiten Spiralumganges wieder auf das erste.

Sollte jedoch auch dies noch einen eigenen Platz zwischen den anderen im Kreise erhalten, so wäre wieder die Divergenz etwas zu verändern, und zwar so, dass 6 nun zwischen 1 und 3, und zwar gerade in die Mitte, zu stehen käme, wo es den Blättern des letzten Umganges am fernsten bliebe (Fig. 30). Es waren aber fünf Schritte der Divergenz $\frac{2}{5}$ (so viel, als ihr Nenner angiebt) gleich zwei Spiralumgängen oder Kreisen (so vielen, als ihr Zähler angiebt); also müssten nun eben so viel Schritte der neuen Divergenz, D_4, um die Hälfte des Abstandes von 3 und 1 nach dieser Divergenz kleiner sein als zwei Spiralumgänge. Dieser Abstand von 3 und 1 ergiebt sich aber, wenn ich die bis zum dritten Blatte nöthigen zwei Divergenzschritte ($2\,D_4$) von einem Kreisumfange abziehe, also:

$$5\,D_4 = 2 - \frac{1 - 2\,D_4}{2}, \text{ oder: } D_4 = \frac{3}{8}.$$

Da nun durch $\frac{3}{8}$ eine Eintheilung der Kreisperipherie in acht gleiche Theile bewirkt wird, von denen jedoch nur sechs besetzt wären, so erhellt wiederum ohne Weiteres aus Betrachtung der Fig. 31, dass bei Vollendung des dritten Spiralumganges noch ein siebentes und achtes Blatt zwischen 4 und 2, 5 und 3 nach derselben Divergenz Platz finden können, und erst das neunte wieder auf das erste Blatt träfe.

Wir wollen auch diesem noch einen selbständigen Platz verschaffen, welcher natürlich diesmal wieder besser auf der anderen Seite von Blatt 1, nach dem tiefer stehenden vierten zu, als auf der des höher stehenden sechsten Blattes zu suchen sein wird (Fig. 31). Daher muss D_5 wieder grösser sein als D_4, und zwar wieder um so viel, dass acht seiner Schritte drei Spiralumläufe um den halben Abstand zwischen 4 und 1 übertreffen. Dieser ergiebt sich wieder,

wenn ich von drei Schritten der neuen Divergenz, d. h. so vielen, als der Nenner der drittletzt bekannten Divergenz ($D_2 = \frac{1}{3}$) angiebt, so viel Spiralumläufe, als ihr Nenner bezeichnet, also 1, abziehe, mithin:

$$8\,D_5 = 3 + \frac{3\,D_5 - 1}{2}, \text{ oder: } D_5 = \tfrac{5}{13}.$$

Die dadurch bewirkte Theilung des Kreises durch 13 hat dann zugleich wieder für noch vier fernere Blätter, die sich bei zwei ferneren Spiralumläufen auf die Theilpunkte ebenmässig vertheilen müssen, Raum verschafft, und erst dass vierzehnte Blatt würde wieder entweder auf das erste treffen, oder, soll es mit eingeordnet werden, eine neue Divergenz erheischen.

Die besprochenen Fälle werden genügen, um überblicken zu lassen, dass in ganz ähnlicher Weise die folgenden Divergenzen D_6, D_7, D_8 u. s. w. zu entwickeln sein werden, wenn man nur beachtet, dass alle neu einzuschiebenden Blätter, sollen die oben aufgestellten Bedingungen erfüllt werden, wechselnd rechts und links vom ersten Blatte eintreten müssen, um ihren Vorgängern in den letztvorhergehenden Umgängen möglichst fern zu bleiben, und mithin müssen die Divergenzen abwechselnd vergrössert und vermindert werden. Dadurch entstehen beiderseits von 1 zwei Reihen von charakteristischen Zahlen, die alternirend durch die um 1 erhöhten Nenner der auf einander folgenden Divergenzbrüche gebildet werden, weil man vom Ausgangspunkte der Spirale an bis zu ihnen in so viel Schritten gelangt, als diese Nenner angeben, nämlich:

2 — 4 — 9 — 22 . . . . 1 . . . . 14 — 6 — 3

Und mithin sind zur Ableitung einer neuen Divergenz die Zahlen der letzt- und drittletzt-vorhergehenden erforderlich, deren Charakterzahlen auf derselben Seite von 1 zunächst benachbart sind.

Somit würden nun die nächsten Divergenzen so zu folgern sein:

$$13\,D_6 = 5 - \frac{2 - 5\,D_6}{2}, \text{ oder: } D_6 = \tfrac{8}{21}.$$

$$21\,D_7 = 8 + \frac{8\,D_7 - 3}{2}, \text{ oder: } D_7 = \tfrac{13}{34}.$$

$$34\,D_8 = 13 - \frac{5 - 13\,D_8}{2}, \text{ oder: } D_8 = \tfrac{21}{55}.$$

$$55\,D_9 = 21 + \frac{21\,D_9 - 8}{2}, \text{ oder: } D_9 = \tfrac{34}{89}.$$

u. s. w. u. s. w.

Daraus lässt sich dann ein allgemeiner Ausdruck gewinnen, wenn ich die aufeinander folgenden (und auseinander hervorgehenden) Zähler

und Nenner der Divergenzen D_1, D_2, D_3 u. s. w. ebenso mit Z_1, Z_2, Z_3 und N_1, N_2, N_3 u. s. w. bezeichne, so dass $D_1 = \frac{Z_1}{N_1}$ u. s. w. ist. Nämlich: die neue Differenz (D_n), multiplicirt mit dem Nenner der letztvorhergehenden (N_{n-1}), ist grösser oder kleiner als die Summe der Kreisumgänge, die der Zähler derselben (Z_{n-1}) angiebt, um den halben Abstand einer Summe von Schritten dieser Divergenz D_n, die durch den Nenner der drittletzten Divergenz (N_{n-3}) angegeben wird, und einer Anzahl Spiralumläufe, die der Zähler von dieser (Z_{n-3}) anzeigt. D. h.:

$$D_n N_{n-1} = Z_{n-1} + \frac{N_{n-3} D_n - Z_{n-3}}{2}, \text{ oder: } D_n N_{n-1} = Z_{n-1} - \frac{Z_{n-3} - N_{n-3} D_n}{2},$$

$$\text{mithin: } D_n = \frac{2 Z_{n-1} - Z_{n-3}}{2 N_{n-1} - N_{n-3}}, \text{ oder: } \frac{Z_n}{N_n} = \frac{2 Z_{n-1} - Z_{n-3}}{2 N_{n-1} - N_{n-3}}.$$

Somit erhält man eine Reihe von Brüchen, deren Zähler und Nenner, auf gleiche Art auseinander hervorgehend, zwei auf dieselbe Weise fortschreitende Zahlenreihen bilden.

Geht man nun auf den Anfang der Reihe zurück, so erhält man als die ersten Brüche derselben aus $\frac{2}{5}$, $\frac{1}{3}$ und $\frac{1}{2}$ nach dieser Formel eigentlich noch $\frac{0}{1}$ und $\frac{1}{1}$. (Die factische Bedeutung von diesen letzten beiden ist nur die, dass ein einziges Blatt, in einem Kreise alleinstehend, keine Divergenz, oder, was dasselbe ist, den ganzen Kreis zur Divergenz mit sich selbst hat.) Die Nenner und Zähler dieser Brüche:

$$\frac{1}{1}, \frac{0}{1}, \frac{1}{2}, \frac{1}{3}$$

enthalten nun das Gesetz, nach welchem die Reihe fortschreitet, nämlich:

Der dritte Nenner 2 ist die Summe der vorhergehenden Nenner $1 + 1$, oder allgemein ausgedrückt (wenn also jetzt $\frac{1}{1} = D_1$ ist):

$N_3 = N_1 + N_2$, mithin $N_1 = N_3 - N_2$, und da
$N_4 = 2 N_3 - N_1$, so ist
$N_4 = 2 N_3 - N_3 + N_2 = N_3 + N_2$ und so fort, also auch
$N_n = N_{n-1} + N_{n-2}$.

Und ebenso ist der Zähler $1 = 0 + 1$; und also auch, da die Zähler ebenso auseinander entstehen wie die Nenner:

$$Z_n = Z_{n-1} + Z_{n-2},$$

d. h. jeder folgende Nenner oder Zähler ist gleich der Summe der zwei letztvorhergenden.

Da aber der dritte Nenner ebenso wie der fünfte Zähler aus $1 + 1 = 2$ entsteht, so müssen beide Reihen vollständig gleichlautend werden, nur dass dieselben Zahlen in den Nennern um zwei Glieder

früher erscheinen als in den Zählern; und wenn man daher die Glieder dieser Zahlenreihe mit δ_1, δ_2, δ_3, δ_4, δ_5 u. s. w. bezeichnet, so drückt sich die Divergenzkette auf das Einfachste aus durch:

$$\frac{\delta_1}{\delta_3}, \frac{\delta_2}{\delta_4}, \frac{\delta_3}{\delta_5}, \frac{\delta_4}{\delta_6} \cdots\cdots\cdots \frac{\delta_n}{\delta_{n+2}},$$

oder: $\frac{1}{1}$, $\frac{0}{1}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{2}{5}$, $\frac{3}{8}$, $\frac{5}{13}$ . . . .

Mithin erklärt sich die ganze, bisher nur empirisch gefasste Eigenthümlichkeit dieser Bruchkette, deren einzelne Glieder immer aus Addition der nächst vorhergehenden Nenner und Zähler entstehen, einfach auch auf rationellem Wege lediglich aus den oben angenommenen Bedingungen, angewendet auf die zum Kreise zusammengeschobene Blattspirale, welcher Kreis jedoch keine ideale Vorstellung, sondern der Durchschnitt des factisch im Stengel vorhandenen Holzcylinders ist.

Sind also die oben aufgestellten Bedingungen die, welche die Natur gestellt hat, — und die Beobachtung spricht in den allermeisten Fällen dafür, — so folgen die in der Kettenbruchreihe ausgedrückten Blattstellungen mit Nothwendigkeit aus einander als verschiedene Ausdrücke desselben Gesetzes, je nachdem sich dasselbe einer verschieden hohen Blattzahl anpasst. Dies Gesetz aber ist: möglichste Raumbenutzung bei ebenmässigster Vertheilung der einzelnen Blattorgane.

Die Natur richtet sich danach, wenn ich so sagen darf, im Vegetationspunkte auf jede beliebige Zahl ein, da durch höchst geringe Winkeländerungen für beliebig viele Blätter neuer Raum zu gewinnen ist. Keineswegs schreitet die Anzahl der Blätter, gewissermaassen sprungweise, nur in der einen bestimmten Zahlenreihe fort, sondern jede beliebige Zahl kann zu einem geschlossenen Cyclus zusammentreten. Die vorhandene Zahl, die von der organisch-specifischen Eigenthümlichkeit der Pflanze abhängt, richtet sich im Holzkreise des Stengels ein und theilt ihn gleichmässig unter sich. Und während das Gesetz an sich ins Unendliche fortschreitet, findet es im einzelnen Falle eine specifische Beschränkung. Für diese Beschränkung des einzelnen Falles geben die Divergenzbrüche, — selten genaue, — meistentheils nur annähernde Ausdrücke. Die ganze Reihe der nach diesem Gesetze möglichen, so häufig vorkommenden und so vielfach in einander übergehenden Stellungen ist, weil sie die naturgegebenen Bedingungen am vollkommensten erfüllt, mit Recht als die „normale" zu bezeichnen.

Nachtrag II.

Während des Druckes dieser Abhandlung fand ich zunächst Veranlassung, einige derjenigen Pflanzen genauer zu untersuchen, die eine besonders vollendete Blattordnung in merklich hervorgehobenen Orthostichen zur Schau tragen, wie z. B. die säulenartigen Cacteen. Auch hier lehrte die mikroskopische Beobachtung des Holzcylinders und der Wachsthumsspitze in den bei Weitem meisten Fällen, dass die Gefässbündel der äusserlich über einander stehenden Blattansätze im Holzkreise neben einander verlaufen, dass also die Divergenz der Blattfolge ursprünglich auch nur eine ungefähre, dem allgemeinen Gesetze entsprechende ist, und dass die stark entwickelten Blattpolster erst secundär zu äusserlich genauen Gradzeilen verschmelzen, die als Kanten hervortreten. Die ursprünglich normale Spiralfolge, die erst secundär beschränkt wird, trat in einzelnen Arten in überraschender Uebereinstimmung mit den früher besprochenen Fällen auf. Die Einzelheiten hierüber behalte ich der Fortsetzung dieser Mittheilungen vor.

Erklärung der Figuren.

In allen Figuren werden gleichmässig bezeichnet durch
- m. das Mark; m'. die Markstrahlen.
- s. die Spiralgefässe der Erstlingsbündel.
- t. die Tüpfelgefässe der Folgeschichten.
- h. die Holzzellen; h'. die stark verdickten Holzzellen, besonders zwischen den Gefässbündeln bei Arabis albida; h''. die sehr feinwandigen Holzzellen im Erstlingsbündel von Cytisus Laburnum.
- c. Cambium.
- r. Rindenparenchym.
- p. Periderma.
- b. Bastzellen, besonders primäre; b'. secundäre.

1, 2, 3, 4 u. s. w. die Blattgefässbündel in ihrer natürlichen, der Blattstellung und dem Alter der Blätter entsprechenden Folge in einsträngigen Blättern.

I, II, III, IV u. s. w. die Hauptbündel dreisträngiger Blätter in derselben Folge, und

1a, 2a, 3a, 4a u. s. w. die dazu gehörigen Seitenbündel, die in der Richtung zum nächst höheren Blatte neben jenen liegen, dagegen

1b, 2b, 3b, 4b u. s. w. die in der Richtung zum nächst tieferen gelegenen Seitenstränge. (Eingeklammerte Ziffern bedeuten weniger deutliche Gefässbündel oder die Orte, an denen diese erscheinen müssten.)

—1, —2, —3 u. s. w. die Orte des Holzringes, an denen unterhalb der Schnittebene die nächst tieferen Blattstränge ausgetreten sind.

Taf. XVI.

Fig. 1. Querschnitt aus einem stärkeren Sprosse von Arabis albida unter etwa 12 deutlichen Blättern entnommen. Vergr. 72:1.

Fig. 2—7. Querschnitte aus 6 abwärts aufeinander folgenden Stengelgliedern eines schwächeren Sprosses derselben Pflanze, deren oberstes nahe unter dem Vegetationspunkte war.

Fig. 8. Aus demselben Sprosse um 3 Stengelglieder tiefer entnommen.

In Fig. 2—8 bezeichnen die zu den Gefässbündelziffern gesetzten Buchstaben m bis z dieselben Gefässbündel in den verschiedenen Querschnitten, ihrer Altersfolge gemäss. Vergr. 24:1.

Fig. 9. Schematische Darstellung des Verlaufs der Erstlingsbündel in einem stärkeren Sprosse, wie derselbe in der auseinandergerollten Markscheide erscheinen würde.

Fig. 10. Querschnitt aus der Basis eines zweijährigen Zweiges von Ribes nigrum. Die dunklen, punktirten Vorsprünge um das Mark bezeichnen die Erstlingsbündel; die dunkelsten Punkte in der Spitze derselben deuten die Spiralgefässe an. Vergr. 12:1.

Taf. XVII.

Fig. 11. Querschnitt eines stärkeren Sprosses von Arabis albida, nahe dem Vegetationspunkte entnommen. Erst einzelne Tüpfelgefässe (t) werden sichtbar. Die Bastzellen (b) sind angelegt. Vergr. 140:1.

Fig. 12. Querschnitt des Hauptbündels eines jüngeren Blattes von Amorpha glabra bei seinem Austritt aus dem Holzringe. Vergr. 72:1.

Fig. 13. Querschnitt aus dem entwickelten Theile eines noch nicht jährigen Sprosses derselben Pflanze unterhalb einer grösseren Anzahl entwickelter Blätter. Die dunkleren Gefässe (s) sind die Spiralgefässe. Vergr. 24:1.

Fig. 14. Querschnitt eines Seitenbündels (Fig. 15. 3b) einer Blattspur von Cytisus Laburnum im dritten Interfolium unter ihrem Austritt; h″ eigenthümliche, sehr feinwandige Holzzellen des Primordialstranges. Vergr. 72:1.

Fig. 15. Querschnitt aus der Basis eines grundständigen jährigen Sprosses derselben Pflanze mit 7 entwickelten und etwa eben so vielen unentwickelten Stengelgliedern. Vergr. 12:1.

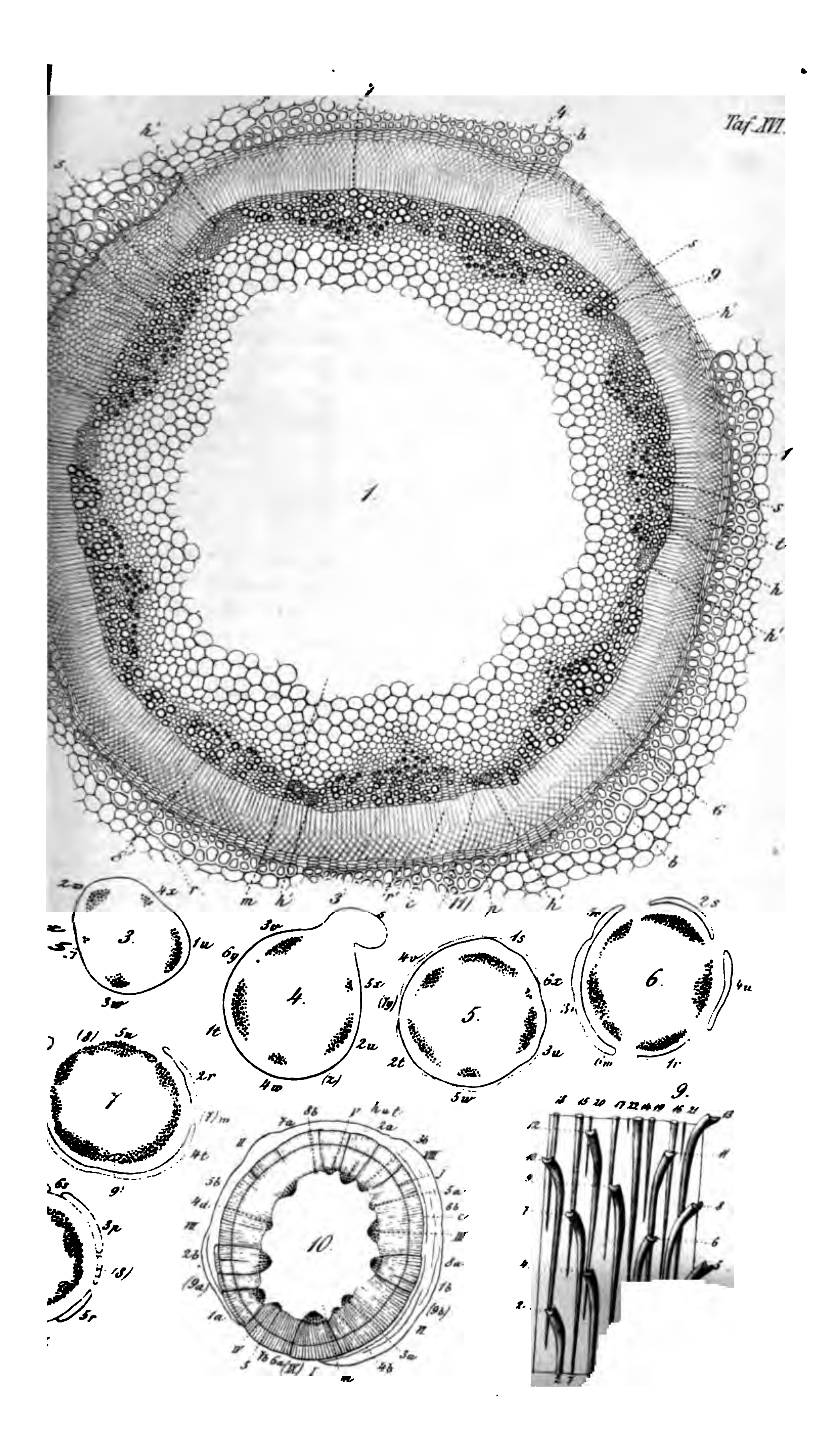
Fig. 16. Querschnitt desselben Sprosses, durch die unentwickelten Glieder der Spitze geführt. Die dunkleren Punkte bedeuten die Erstlingsbündel. Vergr. 12:1.

Taf. XVIII.

Fig. 17. Querschnitt des Holzkörpers eines stärkeren Zweiges von Taxus baccata. Vergr. 72:1.

Fig. 18. Aus einem schwächeren Zweige derselben Pflanzenart. Vergr. 140:1.

Fig. 19. Aus einem Zweige von Podocarpus macrophylla. Vergr. 24:1.


Taf. XVI.



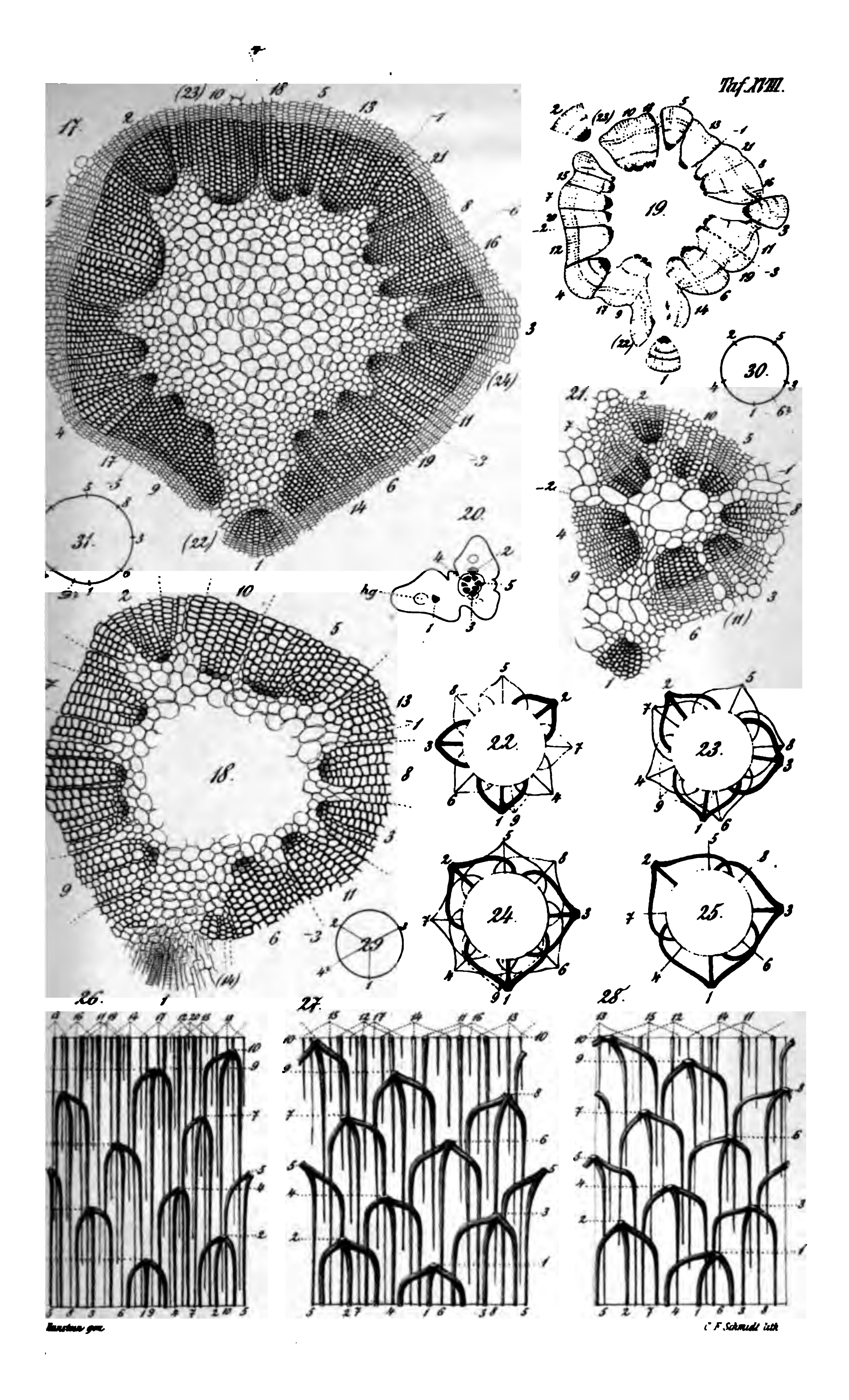

Taf. XVIII.
Hanstein gez.
C. F. Schmidt lith.

Fig. 20. Querschnitt nahe der Gipfelknospe eines Sprosses von Cryptomeria Lobbi. Vergr. 12:1.

Fig. 21. Ein ähnlicher bei der Vergr. 140:1 dargestellt.

Fig. 22—25. Schematische Darstellungen in Horizontalprojection von: 22. Amorpha glabra, 23. Cytisus Laburnum, 24. Ribes nigrum, 25. Rosa centifolia. Die 3 Blattspuren des ersten Umganges sind stärker gezeichnet, die letzte Spur nur punktirt.

Fig. 26—28. Schemata des Blattspuren-Verlaufs durch die bestimmte Interfolien-Anzahl des Stengels im Aufrisse der auseinandergerollten Markscheide dargestellt aus: 26. Amorpha glabra, 27. Cytisus Laburnum, 28. Ribes nigrum.

Fig. 29—31. Geometrische Projectionen zum ersten Nachtrag. S. 275—280.

Beiträge zur Morphologie und Systematik der Algen

von

N. Pringsheim.

II. Die Saprolegnieen*).

Die Pflanzen, welche die natürliche Familie der Saprolegnieen bilden, sind, je nachdem die Schriftsteller mehr ihre äusseren Lebensverhältnisse berücksichtigten, oder mehr Gewicht auf die Entwickelungserscheinungen gelegt haben, bald zu den Pilzen, bald zu den Algen gerechnet worden.

Es sind farblose und schmarotzende Gewächse von einfachstem, zelligen Baue, welche meist in einem dichten, nach allen Seiten ausstrahlenden Rasen ins Wasser gefallene thierische oder pflanzliche Organismen oder deren Reste bedecken. Die einzelnen Pflanzen dieser Rasen stellen lange, einzellige und verästelte Schläuche vor, welche mit wurzelartigen Zweigen tief in das Thier oder den Pflanzentheil, auf welchem sie leben, eindringen. Sie enthalten weder Chlorophyll noch Stärke — denn auch von der letzteren sind höchstens nur hier und da Spuren im Inhalt der Sporangien aufzufinden — und werden erst zur Zeit ihrer Fructification mehrzellig, indem diejenigen Theile, welche bestimmt sind in ihrem Innern Fortpflanzungszellen zu bilden, sich durch Scheidewände gegen den übrigen Schlauch abgrenzen und zu besonderen Zellen werden.

Während nun der Mangel von Chlorophyll und Stärke in ihren Zellen und ihr ausschliessliches Vorkommen auf verwesenden thieri-

*) Dieser Aufsatz ist eine erweiterte Umarbeitung einer bereits in den Monatsberichten der K. Acad. d. Wissensch. zu Berlin vom 11. Juni 1857 veröffentlichten Mittheilung.

schen und pflanzlichen Organismen die Einen bestimmt haben, sie den Pilzen anzuschliessen, legten dagegen die Anderen einen grösseren Werth dem Umstande bei, dass sie im Wasser leben und sich durch Schwärmsporen fortpflanzen, und rechneten sie deshalb zu den Algen. Mir selbst scheint die Existenz der Schwärmsporen, welche bei keinem wahren Pilze vorkommen, schon ein genügender Grund, die Saprolegnieen zu den Algen zu stellen; und meine Erfahrungen über ihren Geschlechtsact, die Bildung ihrer geschlechtlich erzeugten Fortpflanzungszellen und die abwechselnde Folge ihrer ungeschlechtlichen und geschlechtlichen Generationen lässt, wie ich glaube, keinen Zweifel mehr über ihre nahe Verwandtschaft zunächst wenigstens mit den Vaucherien und den anderen, das süsse Wasser bewohnenden Conferven-Familien.

Die Saprolegnieen haben eine doppelte Vermehrungsweise, eine ungeschlechtliche, durch die Schwärmsporen, und eine geschlechtliche, durch die in den Oogonien in Folge geschlechtlicher Befruchtung erzeugten Oosporen*).

I. Die Bildung der geschlechtslosen Fortpflanzungszellen, der Schwärmsporen, erfolgt bei den verschiedenen Pflanzen dieser Familie nach mehreren etwas von einander abweichenden Typen, welche man, wie dies bereits theilweise geschehen ist, zur Unterscheidung von Gattungen benützen kann.

Bei der Gattung Saprolegnia schliessen sich die etwas angeschwollenen Spitzen der Schläuche, nachdem sie sich stark mit Inhalt erfüllt haben, durch eine Scheidewand von dem übrigen Schlauche ab und werden so zu den Sporangien, den Mutterzellen der Schwärmsporen. Ihr Inhalt zerfällt unmittelbar durch simultane Theilung in eine grosse Anzahl von Schwärmsporen, welche durch eine Oeffnung an der Spitze des Sporangium entweichen und sogleich nach ihrer Geburt ohne Zusammenhang unter einander frei nach allen Seiten entweichen. Nachdem dieses erste Sporangium entleert ist, wächst das unter demselben befindliche Schlauchende durch das entleerte Sporangium hindurch und bildet seine Spitze nochmals in ein Sporangium um, und dieser Vorgang wiederholt sich bei demselben Schlauche mehrmals, so dass schliesslich eine grössere Anzahl entleerter, in einander steckender oder auch über einander hervorragender Sporangien am Ende jedes Schlauches be-

*) Ueber die Bedeutung dieser Ausdrücke wolle man meinen Aufsatz: „Beiträge zur Morphologie und Systematik der Algen“, in dem ersten Hefte dieser Jahrbücher S. 8—10 nachlesen.

findlich sind[1]). Oft wird auch das unmittelbar unter dem entleerten Sporangium befindliche Schlauchstück, ohne dass es in das entleerte Sporangium hinein wächst, zu einem neuen Sporangium, dessen Schwärmsporen alsdann durch eine seitliche Oeffnung entweichen.

Die Bildungsgeschichte und der Bau der Sporangien und Sporen dieser Gattung sind am frühesten bekannt gewesen und seit Gruithuisen's erster Beobachtung[2]) vielfach beschrieben und abgebildet worden. Ich verweise wegen des Näheren auf die ausführlichen Beschreibungen und Abbildungen in den bekannten Aufsätzen und Schriften von Unger[3]), Thuret[4]), Al. Braun[5]) und auf meine frühere, bereits angeführte Monographie einer Species dieser Gattung, welche ich zwar damals mit den meisten anderen Autoren Achlya prolifera nannte, die jedoch mit der Saprolegnia ferax Ktz. identisch ist und nach den jetzigen Gattungsunterscheidungen vermöge der Bildung ihrer Sporangien und Sporen nicht zur Achlya, sondern zur Saprolegnia gezogen werden muss. An den Schwärmsporen dieser Species konnten Al. Braun[6]) und ich nur eine Cilie wahrnehmen, wogegen sie nach Thuret und de Bary zwei Cilien besitzen sollen; auch bei neueren Beobachtungen bei dieser und anderen Species dieser Gattung habe ich zwar in einigen Fällen mit Bestimmtheit zwei Cilien, dagegen in anderen Fällen ebenso sicher nur eine Cilie gesehen; ob dies in specifischen Verschiedenheiten seinen Grund hat, wage ich noch nicht zu entscheiden.

Bei der Gattung Achlya werden gleichfalls die angeschwollenen und stark mit Inhalt erfüllten Spitzen der Schläuche, nachdem sie in derselben Weise wie bei Saprolegnia durch eine Scheidewand von dem Schlauche sich abgeschieden haben, zu den Sporangien. Ebenso bilden sich die Schwärmsporen auch hier noch in den Sporangien selbst unmittelbar aus deren Inhalt durch simultane Theilung des protoplasmatischen Wandbelegs, und man sieht sie nach ihrer Bildung als gesonderte, von scharfen Umrissen umgrenzte Zellen das ganze Lumen des Sporangium erfüllen. Allein sie entweichen nicht wie in jener Gattung unmittelbar nach ihrer Geburt, sondern

---

1) Man vergleiche die Abbildungen zu meiner Monographie der Achlya prolifera in Nova Acta N. C. Vol. XXIII. P. I tab. 50.

2) A. a. O. Vol. X. P. II pag. 445.

3) Linnaea 1843.

4) Ann. d. sc. nat. 1850.

5) Verjüngung S. 269, 286.

6) Verjüngung S. 198.

bleiben noch eine längere Zeit nach derselben vor der Oeffnung des Sporangium, zu einem kugeligen Haufen angeordnet, liegen, aus welchem sie erst später einzeln hervortreten, indem jede gleichsam sich häutend eine besondere Hülle zurückläßst. Die entleerten Hüllen sieht man nach dem Entweichen der Schwärmsporen noch lange, wie zu einem zusammenhängenden Gewebe verbunden, vor der Oeffnung des Sporangium liegen. Auch durchwächst der unter dem Sporangium befindliche Schlauch bei der Gattung Achlya nicht das entleerte Sporangium in der Weise der Saprolegnia-Arten, sondern treibt unmittelbar unter dem Sporangium seitliche Zweige hervor, welche sich zu neuen Sporangien abschliessen, so dass die Schläuche hier an ihrem Ende mehrere Sporangien neben einander tragen.

Die erste Beobachtung solcher Schwärmsporenhaufen vor den entleerten Sporangien rührt von Carus*) her, allein erst Al. Braun**) hat den hierbei stattfindenden Vorgang genau beschrieben und aufgeklärt. Eine ausführliche Schilderung der Erscheinungen der Schwärmsporenbildung, welche die Gattung Achlya charakterisiren, gab später auch noch de Bary***), bei welchem man zugleich die Abbildungen der wichtigeren hierbei eintretenden Verhältnisse finden wird.

Bei der Gattung Pythium endlich werden zwar ebenfalls die etwas angeschwollenen Enden der Schläuche zu den Sporangien; allein die Schwärmsporen bilden sich nicht, wie bei Saprolegnia und Achlya, noch innerhalb der Sporangien selbst, sondern diese öffnen sich noch vor Entstehung der Schwärmsporen an ihrer Spitze, und ihr noch völlig formloser Inhalt tritt in jenem unveränderten Zustande, in welchem er gewöhnlich Schlauch und Sporangium erfüllt, aus der Oeffnung hervor und sammelt sich vor derselben zu einer Protoplasmakugel an (XXI. 1 a, 14), welche noch von einer äusserst zarten Membran umhüllt erscheint. Von dieser blieb es mir jedoch ungewiss, ob sie von der undurchrissenen innersten Lamelle der Sporangium-Membran herrührt, welche wachsend über die Oeffnung des Sporangium hinaus sich ausgedehnt hat, oder ob sie in Folge einer Neubildung im Augenblick des Hervortretens der Protoplasmamasse an deren Umfange entstand. — Erst vor der Oeffnung des Sporangium beginnt nun in dem ausgetretenen, zur Kugel zusammengeballten Inhalt eine an der Peripherie beginnende und nach

*) Nova Acta N. C. Vol. XI. P. II pag. 493.

**) Verjüngung S. 201.

***) Botan. Zeitung von Mohl u. Schlecht. 1852. S. 473.

dem Centrum vorschreitende Sonderung (XXI. 1b, c, 15), durch welche die Protoplasmakugel schliesslich in eine grössere Anzahl von Schwärmsporen zerfällt (XXI. 1d, 16), welche die sie noch umhüllende Membran der früheren Protoplasmakugel durchbrechend nach allen Richtungen entweichen, ohne ein derartiges von ihren äusseren Membranen herrührendes Zellennetz zurückzulassen, wie dies bei der Gattung Achlya der Fall ist. In Gestalt und Bau gleichen diese Schwärmsporen vollkommen denen der Saprolegnia und Achlya; ich habe nur eine Cilie an ihrem Vorderende wahrnehmen können (XXI. 1e).

Es sind mir bis jetzt zwei Species dieser Gattung bekannt geworden.

Die eine, Pythium monospermum, gleicht schon ihrer äusseren Erscheinung und ihrem Auftreten nach vollkommen den Arten der Saprolegnia und Achlya. Sie wächst auf ins Wasser gefallenen Mehlwürmern und bildet auf diesen einen farblosen Rasen, welcher aus sehr dünnen, langen, einzelligen und verästelten Schläuchen besteht*). Die Spitzen der Schläuche schliessen sich, wie bei Saprolegnia und Achlya, durch Scheidewände zu den Sporangien ab (XXI. 13). Ich habe weder ein Durchwachsen des Schlauches durch die entleerten Sporangien, wie bei Saprolegnia, noch ein Treiben seitlicher Sporangien unterhalb der Scheidewand des terminalen Sporangium, wie dies bei Achlya der Fall ist, wahrgenommen. Die letzten Verzweigungen der Schläuche besitzen eine Breite von kaum mehr als $\frac{1}{444}$ Millimetre, während die Hauptstämme nicht dicker als $\frac{1}{110}$ M. sind, und die Sporangien nur eine Breite von $\frac{1}{150}$ M. erreichen. So ist die Pflanze, wie man sieht, um Vieles und in allen ihren Theilen schmächtiger als selbst die dünnsten Arten der beiden anderen Gattungen; aber der ganze Rasen erreicht und übertrifft sogar oft die Grösse der gemeineren Saprolegnia-Arten.

Als eine zweite Species dieser Gattung betrachte ich ein mikroskopisch kleines Pflänzchen, welches ich schon früher auf den Copulationskörpern einer Spirogyra gefunden habe, und welches

*) Will man diese Species zur Untersuchung ihrer Geschlechtsorgane cultiviren, was deshalb nöthig ist, weil auch bei ihr, wie bei den anderen Saprolegnieen, die Geschlechtsorgane erst in der späteren Vegetationsperiode des Rasens auftreten, so wird man gut thuen, die Mehlwürmer in mehrere Stücke zerschnitten in das Wasser, in welchem dieser kleine Schmarotzer wächst, zu werfen. Erst wenn der Rasen mehrere Wochen alt ist, treten die Geschlechtsorgane auf.

Pythium entophytum heissen mag. Es bildet (XXI. 1) kurze, einzellige und, so weit sichtbar, stets unverästelte Schläuche, welche aus dem Innern des Copulationskörpers durch seine Membran hervorbrechend zuerst in verschiedentlicher Krümmung die Spirogyrenzelle, in welcher der Copulationskörper liegt, durchwachsen, später die Membran der Spirogyrenzelle selbst unter dem Auge des Beobachters durchbohren, ebenso wie sie schon vorher die Membran des Copulationskörpers durchbohrt hatten.

Das Durchdringen des Schlauches durch die Wand der Spirogyrenzelle geschieht aber in folgender Weise: Sobald der Schlauch, nachdem er durch die Spirogyrenzelle hindurch gewachsen ist, mit seinem stumpfen Ende die Wand der Zelle von innen berührt, spitzt er sich vorn etwas zu, und der gebildete dünne Fortsatz treibt in kurzer Zeit durch die Wand der Zelle hindurch und tritt an ihrer äusseren Seite hervor, ohne dass an der durchbrochenen Zellwand ein Zeichen von einer Hervortreibung ihrer Substanz bemerkbar ist. Da die Wand der Spirogyrenzelle auch vorher an den Stellen, wo die Schläuche der schmarotzenden Pflanze hervortreten, sicher keine Oeffnungen besass, so muss man wohl annehmen, dass hier die Zellwand unter dem Einflusse der vordringenden Schlauchspitze des Schmarotzers resorbirt wird, und es ist überaus wahrscheinlich, dass auch das Eindringen der Schwärmsporen schmarotzender Gewächse in solche Zellen, deren Membran allseitig geschlossen ist, in derselben Weise geschieht.

Sobald die Schläuche mit der Spitze aus der Spirogyrenzelle hervorgetreten sind, öffnen sie sich meist sogleich, ergiessen ihren Inhalt durch die an der Spitze gebildete Oeffnung und bilden ihn in der bereits geschilderten Weise in Schwärmsporen um (XXI. 1a—e). Bei dieser Species ist es der ganze unverzweigte Schlauch, soweit er wenigstens aus dem Copulationskörper hervorragt, der sich als Sporangium verhält. Ob aber die aus einem Copulationskörper zahlreich hervortretenden Schläuche, die übrigens, wie die Schläuche der Saprolegnia, Achlya und des Pythium monospermum, aus Cellulose bestehen, doch noch im Innern des Copulationskörpers unter einander zusammenhängen, liess sich nicht entscheiden, da es nicht möglich war, die Schläuche tief ins Innere des Copulationskörpers zu verfolgen. Es wäre daher wohl noch möglich, dass eine Verzweigung der Pflanze im Innern des Copulationskörpers stattfindet, und dass die aus demselben hervortretenden Schläuche nur die Sporangien dieser Pflanze sind, welche durch Scheidewände, die

freilich tief im Innern des Copulationskörpers liegen müssten, noch von dem vegetativen Theile geschieden sind.

Gestützt auf die Gleichartigkeit des Bildungsganges und des Baues der Schwärmsporen, glaube ich dieses interessante, endophyte Pflänzchen dennoch, trotz mancher Abweichungen in der äusseren Erscheinung, in den Formenkreis der Saprolegnieen, zu meiner Gattung Pythium bringen zu dürfen. Von der Gattung Chytridium Al. Braun, mit welcher es im Vorkommen und dem Habitus zunächst verwandt erscheint, unterscheidet es sich sofort durch den ganz abweichenden Bau der Schwärmsporen. —

II. Der Bau und die gegenseitige Lage der Geschlechtsorgane der Saprolegnieen erinnert in mehrfacher Beziehung an die ähnlichen Formenverhältnisse der Vaucherien, mit welchen die Saprolegnieen, wie wir sahen, ja auch schon in der endständigen Bildung der Sporangien und in dem einzelligen Baue ihrer Schläuche übereinstimmten.

Es sind seit längerer Zeit bei Saprolegnia und Achlya Organe bekannt, in welchen in grosser Anzahl eine zweite Form von Fortpflanzungszellen, die sogenannten ruhenden Sporen, entstehen. In meiner bereits angeführten Monographie*) habe ich die Bildung dieser Organe, welche ich mit den anderen Algologen nach der damaligen Ansicht von der Geschlechtslosigkeit der niederen Kryptogamen für eine zweite Form von Sporangien hielt, sowie die Entstehung der ruhenden Sporen in ihnen ausführlicher beschrieben; zugleich aber wies ich nach**), dass die Membran jener Sporangien von zahlreichen regelmässigen Löchern durchbohrt sei, deren Entstehung der Zeit nach mit der Bildung der ruhenden Sporen in den Sporangien zusammenfalle. Aber schon in meinem ersten Aufsatze über die Befruchtung der Algen***) habe ich, entsprechend der von mir dort aufgestellten Ansicht, dass die sogenannten ruhenden Sporen der Algen geschlechtlich erzeugte Fortpflanzungsorgane seien, auch die ruhenden Sporen von Saprolegnia für befruchtete Eier erklärt und die Vermuthung ausgesprochen, dass die von mir aufgefundenen Oeffnungen in der Membran ihrer Mutterzellen die Zugangsstellen für die Samenkörper sein möchten. Aus Analogie mit den Hörnchen der Vaucherien glaubte ich schon damals als die Antheridien

*) Entwickelungsgesch. d. Achlya prolifera in Nova Acta N. C. Vol. XXIII. P. I.
**) A. a. O. S. 421, Taf. 48. Fig. 6 u. 7.
***) Monatsberichte der K. Academie d. Wissensch. zu Berlin. März 1855. S. 156 u. 157 (24 u. 25). (Separat-Abdruck bei Aug. Hirschwald in Berlin 1855.)

der Saprolegnieen jene gekrümmten Nebenäste ansehen zu dürfen, welche von Al. Braun neben den Mutterzellen der ruhenden Sporen bei einer Saprolegnia beobachtet, von mir selbst sowie von Anderen, die über die Saprolegnia und Achlya geschrieben hatten, aber nicht gesehen worden waren. Meine neueren Untersuchungen über die Geschlechtsorgane der Saprolegnieen haben nun nicht nur einen neuen Beweis für meine Ansicht von dem Werthe der ruhenden Algen-Sporen geliefert, sondern zugleich gezeigt, dass auch meine Vermuthung über den geschlechtlichen Werth jener gekrümmten Nebenäste und der Oeffnungen in der Membran der Sporangien begründet gewesen ist.

In den beiden Gattungen Saprolegnia und Achlya stimmen die weiblichen Geschlechtsorgane, die Oogonien, sowohl in ihrem Baue als in der Umbildung ihres Inhalts in die Oosporen vollkommen überein. Es sind hier die kugelig anschwellenden und stark mit Inhalt erfüllten Enden kürzerer Aeste, hin und wieder auch mittlere Stücke der Schläuche, welche sich, wie die Sporangien, durch Scheidewände gegen den Schlauch als besondere Zellen abschliessen und zu den Oogonien werden (XIX. 1, 2). Bald darauf werden auf der Wand der Oogonien kleine Stellen sichtbar, welche der innere protoplasmatische Wandbeleg frei lässt (XIX. 3). Viele dieser Stellen verschwimmen miteinander, indem der sie trennende Wandbeleg verschwindet; und hierdurch entstehen eine Anzahl regelmässiger, ovaler oder runder Stellen, welche ziemlich gleichmässig auf der Oberfläche der Wand vertheilt, als helle Flecken an der Oogoniumkugel erscheinen (XIX. 4) und bei genauerer Beobachtung sich sogleich als bloss gelegte, vom inneren Protoplasma leer gelassene Stellen der Wand zu erkennen geben. Dies sind die Stellen, an welchen später die Membran der Oogoniumkugel resorbirt wird, und welche hierdurch zu jenen wahren Löchern werden, welche ich als die Zugangsstellen der Samenkörper betrachtet habe. Färbung der Oogonium-Membran nach Entstehung jener Löcher mit Jod und Schwefelsäure, sowie durchrissene Oogonien liessen mir schon früher keinen Zweifel darüber, dass die Membran an diesen Stellen in der That völlig durchbrochen sei.

Etwa gleichzeitig mit dem Eintreten dieser Erscheinungen an der Wand der Oogoniumkugel beginnt im Innern derselben eine allmälige Sonderung ihres Inhalts, vermöge welcher dieser nach und nach in eine oft sehr grosse Anzahl von gesonderten, noch membranlosen Protoplasmamassen, den Befruchtungskugeln, zerfällt.

Wie hier das Protoplasma sich allmälig auseinander zieht (XIX. 5, 6), wie seine Parthien dann gänzlich von einander losreissen und zu völlig getrennten, aber noch nackten Kugeln sich abrunden (XIX. 7) und endlich an ihrem Umfange Membranen bilden, dies habe ich bereits früher*) ausführlich genug beschrieben, um hier nicht nochmals darauf eingehen zu müssen. Der Act simultaner Theilung des Protoplasma geschieht hier jedoch unter Bedingungen, die die genauere Beobachtung so sehr begünstigen, dass man die Oosporenbildung bei Saprolegnia und Achlya mit Recht unter die lehrreichsten Fälle jener Art freier Zellbildung zählen kann, bei welcher „viele Tochterzellen aus dem gesammten Plasmaüberzuge der Wand der Mutterzelle entstehen", in welcher Beziehung ich diesen Vorgang auch hier nochmals der Beachtung empfehlen wollte**).

Unmittelbar nach ihrer Bildung liegen die Befruchtungskugeln noch ganz so wie das Protoplasma, aus dem sie entstanden, hart der Wand des Oogonium an (XIX. 7).

Bei einer Saprolegnia, welche ich Saprolegnia monoica nenne, und deren Geschlechtserscheinungen der folgenden Darstellung zu Grunde liegen, treten nun schon während der Bildung der Oogonien dünne Zweige, die Nebenäste derselben, entweder aus dem Schlauche in der Nähe der Oogoniumstiele oder aus den Oogoniumstielen selbst meist zu mehreren neben einem Oogonium hervor. Dem Oogonium entgegenwachsend legen sie sich, nachdem sie in seiner Nähe sich oft noch verzweigt haben, an dasselbe an und umwachsen es in verschiedenen Richtungen, so dass man später auf dem Entwickelungs-Stadium der Oogonien, auf welchem sie bereits abgeschlossene Zellen darstellen, diese Nebenäste und ihre Zweige dem Oogonium fest angeschmiegt findet (XIX. 1—7). Etwa zur Zeit, da die ersten Spuren einer beginnenden Bildung der Löcher an der Oogonium-Membran auftreten, sieht man die Enden jener angeschmiegten Nebenäste und ihrer Zweige, die sich unterdess mit Inhalt stärker erfüllt haben, durch eine Scheidewand sich abschliessen, ganz in derselben Weise, wie dies bei den gekrümmten Antheridien der Vaucherien der Fall ist (XIX. 4). Während im Oogonium die Sonderung der Inhaltsmasse in die Befruchtungskugeln nun weiter vor sich geht, bemerkt man schon, dass diese Enden der Nebenäste, die Antheridien der Saprolegnia, auf einer oder mehreren jener

*) Entwickelungsgeschichte der Achlya a. a. O. S. 420 u. 421.

**) Man vergleiche meine Untersuchungen über den Bau und die Bildung der Pflanzenzelle. Berlin bei Aug. Hirschwald 1854. S. 65.

vom Protoplasma frei gelassenen Stellen, welche später zu den Oeffnungen werden, unmittelbar aufliegen. Unterdess schreitet die Bildung der Befruchtungskugeln immer mehr vor, und es tritt jener Zustand ein, in welchem sie schon fast völlig gesondert von einander der inneren Seite der Wand des Oogonium anliegen (XIX. 7.). In diesem Augenblick ist es, in welchem die Membran des Oogonium an den bereits vorgebildeten, für die Löcher bestimmten Stellen resorbirt wird, und in Folge davon fallen die bisher der Wand anliegenden Befruchtungskugeln in einen Haufen zusammen, welcher nun die Mitte des Oogonium einnimmt. Hierdurch wird aber die Beobachtung der Oogonium-Membran, ihrer Löcher und der auf diesen aufsitzenden Antheridien bedeutend erleichtert, und man kann nun mit der grössten Deutlichkeit wahrnehmen, wie die Antheridien jetzt allmälig durch die Löcher in das Oogonium hineinwachsen, indem sie durch dieselben dünne Fortsätze in das Innere der Oogonien hineintreiben (XX. 1. 2. 4. 5), welche oft noch im Innern der Oogonien sich verzweigend (XX. 4) in den Haufen der Befruchtungskugeln eindringen, hier sich öffnen und ihren Inhalt zwischen die Befruchtungskugeln ergiessen. Da die Fortsätze, welche die Antheridien in die Oogonien hineinschicken, fast ohne Ausnahme tief in den Haufen der Befruchtungskugeln eindringen und sich erst dort an ihrer von den Befruchtungskugeln verdeckten Spitze öffnen, so stösst die Beobachtung des Zusammentreffens beider Zeugungsstoffe bei den Saprolegnieen auf viel grössere Schwierigkeiten als es z. B. bei den Vaucherien der Fall ist, und es gelang mir auch deshalb trotz angestrengter Mühe nicht, die Samenkörper im Augenblick ihres Austretens aus den Antheridien zu überraschen, weshalb ich auch über ihren Bau nicht ganz ins Klare gekommen bin. Nichtsdestoweniger ist ihre Existenz auch hier vollkommen gewiss.

Wie bei den Vaucherien sind nämlich auch in den Antheridien der Saprolegnia die Samenkörper in einen umhüllenden Schleim gebettet, aus welchem sie sich bei der Entleerung des Antheridium erst gleichsam herausarbeiten müssen. Trotzdem nun diese einhüllende Schleimmasse natürlich auch noch innerhalb des Antheridium die freie Bewegung der Samenkörper hindert, so muss dennoch das auffallende Drehen und Wimmeln, welches in dem Inhalt reifer Antheridien eintritt, Denjenigen, welcher je die Samenkörper der Vaucherien noch innerhalb der Antheridien unmittelbar vor ihrem Austreten gesehen hat, sogleich von der Existenz hier vo[illegible]er, beweglicher Samenkörper überzeugen. Ferner gelingt e

ten in solchen Fällen, in welchen zufällig das Austreten der ganzen Inhaltsmasse des Antheridium verhindert ist, in dem leer gewordenen hinteren Stücke der Antheridien kleine Körperchen zu beobachten, welche, da sie aus dem Antheridium nicht austreten können, zwar mit schwacher, aber deutlicher Ortsbewegung in demselben herumwandern. Sie besitzen, ähnlich den Samenkörpern von Vaucheria sessilis, einen dichten, stark glänzenden Körper, erscheinen dagegen, wenn sie endlich zur Ruhe gekommen sind, wie helle, durchsichtige Bläschen; ein Verhalten, worin sie gleichfalls mit den Samenkörpern von Vaucheria übereinstimmen. Dass diese Körperchen trotz ihrer geringen Grösse von noch nicht $\frac{1}{500}$ Millimeter dennoch die Samenkörper der Saprolegnia sind, dafür spricht, ganz abgesehen von den begleitenden Umständen ihres Vorkommens, schon ihr Auftreten auch in den reifen Antheridien von Pythium monospermum, wo ich sie gleichfalls, und zwar in noch lebhafterer Bewegung, aufgefunden habe; dann aber sprechen hierfür noch vielmehr die Erscheinungen, welche man nach dem Oeffnen der Antheridien an den Befruchtungskugeln wahrnehmen kann.

Obgleich es nämlich wegen der bereits angedeuteten Hindernisse nicht möglich ist, die Entleerung der Antheridien und das Auftreten der fraglichen Körperchen unmittelbar zu sehen, so kann man doch, sobald die Antheridien sich entleert haben, diese hellen, glänzenden Körper, deren Substanz von der dunkelen Masse der Befruchtungskugeln auffallend verschieden ist, fast immer an dem Umfange der mehr peripherisch liegenden Befruchtungskugeln plötzlich auftauchen sehen und unmittelbar beobachten, wie sie in die Substanz der Befruchtungskugeln eingehen und sich mit derselben vermischen.

Nach diesem Acte der Befruchtung bildet sich an der Peripherie der Befruchtungskugeln eine feste Membran aus, und diese werden, indem sie eine Reihe bereits früher*) beschriebener Veränderungen erleiden, zu den Oosporen, den ausdauernden Fortpflanzungszellen, dieses Gewächses.

Aber nicht alle Saprolegnieen scheinen im Entwickelungsgange der Antheridien sich der im Vorhergehenden beschriebenen Saprolegnia monoica gleich zu verhalten.

An der Saprolegnia ferax, der am meisten untersuchten Pflanze dieser Familie, welche ich, wie bereits erwähnt, früher Achlya pro-

*) Entwickelungsgeschichte der Achlya a. a. O. S. 423.

lifera nannte, hatte ich bei meinen Untersuchungen im Jahre 1849 die Nebenäste der Oogonien nicht bemerkt. Auch Thuret[1]) und Naegeli[2]) erwähnen jene Nebenäste bei ihren Beschreibungen dieser Pflanze nicht. Ebensowenig spricht de Bary[3]) in seinem Aufsatze über die Achlya prolifera (Saprolegnia capitulifera Al. Braun) etwas über das Vorkommen dieser die Antheridien bergenden Organe. Kurz, allen früheren Beobachtern blieben diese Nebenäste, welche Al. Braun zuerst bei einer Saprolegnia sah[4]), völlig unbekannt. Dieses auffallende Verhältniss schien mir einer genaueren Untersuchung werth, da es mir nicht wahrscheinlich war, dass so viele Beobachter diese zahlreichen und wichtigen Organe ganz übersehen haben sollten, und wirklich hatte ich auch bei meinen in dieser Absicht angestellten Culturversuchen mit mehreren, aus den verschiedensten Localitäten entnommenen Saprolegnieen die Freude, mich auf das Bestimmteste davon zu überzeugen, dass die fehlenden Angaben über das Vorhandensein der Nebenäste bei den genannten Autoren nicht auf einer blossen Täuschung, einem blossen Uebersehen derselben beruht hatten. Ich fand nämlich unter anderen auch eine Saprolegnia, bei welcher, obgleich die äusserst zahlreich vorhandenen Oogonien und Oosporen sich ganz in normaler Weise ausgebildet hatten, doch trotz der sorgfältigsten hierauf gerichteten Bemühungen nirgends eine Spur von Nebenästen aufzufinden war. Auch bei der fortgesetzten Cultur und Uebertragung dieser Pflanze von der Fliege, auf welcher sie sich zuerst fand, auf andere Fliegen und auch andere Insecten und Crustaceen (Coccinella, Oniscus) zeigte sie sich in diesem Verhältnisse unwandelbar: die Nebenäste fehlten constant, aber dennoch entwickelten sich Oogonien und Oosporen zahlreich und normal, und in der Membran der Oogonien waren auch hier jene regelmässigen Löcher zahlreich vorhanden, durch welche sonst die Fortsätze der Antheridien in das Oogonium hineinwachsen.

Diese Pflanze mit den fehlenden Nebenästen war offenbar die so oft untersuchte Saprolegnia ferax, und da das Fehlen der Nebenäste an dieser Pflanze jetzt unzweifelhaft gewiss war, so kam ich auf die Vermuthung einer specifischen Differenz dieser Saprolegnia und jener zweiten, mit den Nebenästen versehenen, welche ich des-

---

1) Ann. d. sc. nat. Bot. 1850.

2) Zeitschrift f. wissensch. Botanik. Hft. III S. 29 u. 30.

3) Botan. Zeitung von Mohl u. Schlecht. 1852.

4) Verjüngung S. 318.

halb Saprolegnia monoica nannte; obgleich diese beiden Pflanzen, die ohne Nebenäste und die mit Nebenästen, in allen übrigen Beziehungen, vielleicht mit Ausnahme geringer Grössenunterschiede, vollkommen übereinstimmten.

Den früheren Monographien, in welchen der Nebenäste nicht Erwähnung geschieht, mögen daher, wenigstens zum Theil, Pflanzen dieser Familie, denen die Nebenäste wirklich fehlen, zu Grunde gelegen haben, und es geht hieraus, wenn auch hier und da die vorhandenen Nebenäste von den Monographen doch übersehen sein sollten, wenigstens so viel hervor, dass die Formen mit fehlenden Nebenästen häufig genug vorkommen, ja vielleicht häufiger sind als die Formen mit Nebenästen. Es muss aber der Mangel der Nebenäste an einzelnen Species bei gleichzeitig ganz normaler Ausbildung der Oogonien und Oosporen — wenn man hierin nicht einen Fall von Parthenogenesis sehen will, deren Annahme mir nur dort eine Aushülfe zu sein scheint, wo alle anderen Erklärungsversuche fehlschlagen — offenbar weiter auf die Vermuthung führen, dass die Samenkörper in diesen Species an einer anderen Stelle der Fäden erzeugt werden. Die zunächst liegende Annahme, dass die Nebenäste an einzelnen Species nicht unmittelbar neben den Oogonien, sondern, wie bei einigen Vaucheria-Arten, entfernt von diesen auftreten, fand ich durch die Untersuchung nicht bestätigt, und ebensowenig die Vermuthung, dass hier, wie bei den gynandrosporischen Oedogonieen[1]), eine zweite Form kleinerer Schwärmsporen unscheinbare männliche Pflänzchen oder unmittelbar Samenkörper erzeugen möchten, und es blieb daher nur übrig, die die Enden der Nebenäste vertretenden Antheridien dieser Species unter einer ganz anderen Form und an anderer Stelle zu suchen.

Ich glaube mich nun nicht zu irren, wenn ich als die Antheridien derjenigen Saprolegnieen, welchen die Nebenäste fehlen, jene Organe bezeichne, die zuerst von Naegeli[2]) gesehen und abgebildet, später von Al. Braun[3]) wiedergefunden, erst jüngst nochmals von Cienkowsky[4]) beschrieben und abgebildet worden sind.

Es sind eiförmige Zellen von sehr verschiedener Grösse, welche meist zu mehreren durch freie Zellbildung in den aufgetriebenen Enden der Schläuche entstehen, ohne dass diese jedoch sich vorher

---

[1]) Man vergleiche das erste Heft dieser Jahrbücher S. 38—45.

[2]) Zeitschrift f. wissensch. Botanik. Hft. III S. 29, Taf. IV. Fig. 1—6.

[3]) Verjüngung S. 286.

[4]) Botan. Zeitung von Mohl u. Schlecht. 1855. S. 801, Taf. XII. Fig. 4—11.

— wie dies bei den Sporangien und Oogonien der Fall ist — durch Bildung von Scheidewänden als besondere Zellen abschliessen. Sie bilden ihren Inhalt in eine ungemein grosse Anzahl äusserst kleiner, beweglicher Körperchen von der Grösse von kaum $\frac{1}{250}$ Millimetre um, welche schliesslich durch einen Fortsatz entweichen, welchen jene eiförmigen Zellen durch die Membran der Schlauchenden hindurch schicken, und der sich ausserhalb derselben öffnet. Die beweglichen Körperchen selbst besitzen zwei Cilien und bewegen sich mit ausserordentlicher Behendigkeit. Ihre auffallend geringe Grösse macht es schon von vorn herein unwahrscheinlich, dass sie, wie es Naegeli vermuthet hat, den Werth von Schwärmsporen besitzen sollten; auch habe ich mich vollkommen davon überzeugt, dass sie nicht keimen, sondern schon nach einiger Zeit ohne jede Fortentwickelung auf dem Objectträger, der zu ihrer Beobachtung dient, zu Grunde gehen. Dass diese eiförmigen Zellen und die beweglichen Körperchen, die in ihnen entstehen, aber der Saprolegnia selbst, und nicht etwa einem endophyten Gewächse, welches in dem Schlauchende der Saprolegnia schmarotzt, angehören, dafür spricht ihre Entwickelung, da sie, wie es bereits Naegeli und Cienkowsky ganz richtig angegeben haben, sichtbar einer directen Umwandelung des Inhalts der Schlauchspitze ihre Entstehung verdanken. Es sind übrigens dieselben Körper, welche ich auch bei Cladostephus und Sphacelaria aufgefunden habe und aus denselben Gründen für die Antheridien dieser Pflanzen erklärte.

Was nun aber endlich am allermeisten für meine Vermuthung spricht, dass sie selbst die Antheridien und die beweglichen Körper in ihnen die Samenkörper jener Saprolegnieen, bei denen sie vorkommen, sind, ist der Umstand, dass ich sie ausschliesslich in den Schlauchenden solcher Saprolegnieen und Achlyen auffand, denen die Nebenäste fehlen und deren Oogonien nichtsdestoweniger mit jenen Löchern versehen sind, welche für den Eintritt der Antheridienfortsätze oder der Samenkörper bestimmt sind. Die directe Beobachtung ihrer Betheiligung am Befruchtungsacte möchte hier freilich auf vielleicht unüberwindbare Schwierigkeiten stossen, da sie — worauf ich Diejenigen, die diese Körper aufsuchen möchten, noch ausdrücklich aufmerksam machen will — am häufigsten in den ersten Tagen der Vegetation eines solchen Saprolegnien-Rasens auf dem Insectenkörper auftreten, und zwar hier — wie ich wenigstens fand — nur in den Enden sehr kurzer, fast direct

einzige Oospore erzeugen, welche das Oogonium fast völlig erfüllt, während bei Saprolegnia und Achlya meist sehr zahlreiche Oosporen in den Oogonien sich bilden, und nur sehr selten und ausnahmsweise unter den anderen sich Oogonien mit einer einzigen Oospore finden. Da die Oosporen von Pythium monospermum in der Grösse mit den Oosporen von Saprolegnia und Achlya ziemlich übereinstimmen, so ergiebt sich, dass die Oogonien von Pythium monospermum nicht viel grösser sind als die einzelnen Oosporen von Saprolegnia und Achlya.

Von der zweiten Species der Gattung Pythium, von Pythium entophytum, kenne ich die Oogonien und Oosporen noch nicht, allein ich vermuthe sie in gewissen grösseren Zellen, welche man in den Spirogyren, in welchen dieser Schmarotzer auftritt, hin und wieder findet, ohne über ihren Werth im Klaren zu sein; dagegen glaube ich den Ort, wo die Antheridien dieser Species zu suchen sind, schon mit grösserer Sicherheit angeben zu können. Unter den Schläuchen dieses Pflänzchens, welche aus dem Copulationskörper hervortreten, fand ich nämlich auch solche, deren Inhalt sich nicht in der früher geschilderten Weise in Schwärmsporen umbildete, sondern welche in ihrem Innern eine grosse Anzahl kleiner, schmaler Stäbchen von der Form der Samenkörper der Vaucheria erzeugt hatten, die in dem geschlossenen Schlauche mit ungemeiner Schnelligkeit von dem einen Ende bis zum anderen, durch seine ganze Länge hindurch hin und her schossen. Obgleich ich häufig Gelegenheit hatte, diese rasch beweglichen Stäbchen in dem geschlossenen Schlauche zu beobachten, so hatte ich doch niemals das Glück, den Schlauch sich öffnen und die beweglichen Körperchen austreten zu sehen, so dass ich die Bedeutung dieser beweglichen Körperchen nicht mit Bestimmtheit aufzuklären vermochte, doch deutet die Aehnlichkeit ihrer Form mit den Samenkörpern bei Vaucheria und Saprolegnia und der Ort ihres Auftretens mit grosser Wahrscheinlichkeit ihren eigentlichen Werth an.

Die Oosporen von Saprolegnia, Achlya und Pythium (XXI. 2) keimen längere Zeit nach ihrer Bildung, indem sie, wie ich dies von Saprolegnia ferax schon früher beschrieben und abgebildet habe, unmittelbar zu der Mutterpflanze gleichen Schläuchen auswachsen. Dass die Oosporen von Saprolegnia ferax eine Vegetationspause von mehreren Monaten, ohne ihre Keimkraft zu verlieren, überdauern können, davon habe ich mich mit Sicherheit überzeugt. Neuerdings

hat **Cienkowsky***) auch die Keimung der ruhenden Sporen (Oosporen) der Achlya prolifera beobachtet und gleichfalls gefunden, dass sie zu Achlya-Schläuchen auswachsen; zugleich aber hat er nachgewiesen, dass sie ihren Inhalt auch unmittelbar in Schwärmsporen umbilden können; eine Thatsache, welche ich ebenfalls für Saprolegnia ferax bereits**) angedeutet hatte. Ganz das Gleiche findet auch bei Pythium monospermum statt.

Die im Vorhergehenden mitgetheilten Beobachtungen heben jeden Zweifel an der Geschlechtlichkeit der Saprolegnieen auf; aber die an diesen Pflanzen vor und nach der Befruchtung beobachteten Erscheinungen stehen auch in vollkommenem Einklang mit den von mir ausgesprochenen Ansichten über den Geschlechtsact der Süsswasser-Algen. Denn es ist nicht nur gewiss, dass auch bei den Saprolegnieen ein geschlechtlicher Vorgang stattfindet, ausgeführt zwischen den in den angeschmiegten Nebenästchen erzeugten Samenkörpern und den in den Oogonien gebildeten Befruchtungskugeln, sondern es ist noch ferner gewiss, dass auch hier die materielle Vereinigung beider Zeugungsstoffe, wie ich dies als allgemein gültig in meinen früheren Aufsätzen über die Befruchtung der Algen ausgesprochen habe, in dem noch nackten, membranlosen Zustande der Befruchtungskugel geschieht, und endlich zeigte es sich auch hier, dass die sogenannten ruhenden Sporen die geschlechtlich erzeugten Fortpflanzungszellen sind.

III. Werfen wir noch einen Blick auf den Umfang und die Verwandtschaft der bisher betrachteten Familie, so frägt es sich zunächst, ob nicht noch mehrere Pflanzen aus jener Gruppe der ihrer Natur nach zwischen Algen und Pilzen schwankenden Gewächse, welche **Kützing*****) unter dem Namen der Mycophyceae zusammenfasst, hierher zu ziehen wären.

Dies lässt sich leider bei der ganz unvollkommenen Kenntniss des Entwickelungsganges der zu den Mycophyceae gerechneten Pflanzen weder für die ganze Gruppe noch selbst für einzelne Gattungen im Allgemeinen bestimmen. Allein unter den nur oberflächlich, kaum ihrer äusseren Erscheinung nach gekannten Formen der einen hierher gehörigen Gattung, Leptomitus, giebt es eine, den

*) Botan. Zeitung von Mohl u. Schlecht. 1855. S. 801.

**) Entwickelungsgeschichte der Achlya prolifera a. a. O. S. 427, Taf. 47. Fig. 17.

***) Species Algarum S. 145 und Phycologia generalis S. 146.

Leptomitus lacteus, deren Bau und Sporenbildung bei weitem genauer gekannt sind. Höchst wahrscheinlich muss dieser Leptomitus von den übrigen Arten dieser Gattung, über welche freilich bei dem jetzigen Stande ihrer Kenntniss kaum ein Urtheil gefällt werden kann, getrennt werden. Er scheint vielmehr, wie dies schon Al. Braun*) hervorhob, dem wir die Kenntniss seiner Ruhesporen verdanken, in die Nähe von Saprolegnia und Achlya zu gehören, zumal es gewiss ist, dass es noch mehrere dem Leptomitus lacteus in der Erscheinung und Sporenbildung ähnliche, aber noch näher zu untersuchende Pflanzen giebt, welche seine Uebereinstimmung mit den Saprolegnieen noch mehr verrathen, und mit welchen gemeinschaftlich er daher eine vierte Gattung dieser Familie bilden müsste, wenn es späteren Beobachtern gelingen sollte, Schwärmsporen, die denen der Saprolegnieen gleichen, an ihm aufzufinden. Leider lässt sich der Leptomitus lacteus im Zimmer nicht cultiviren, sondern muss für die Untersuchung jedesmal von neuem von seinem Standorte geholt werden; ich wünschte deshalb auf ihn ganz besonders die Aufmerksamkeit Derjenigen zu lenken, welche die Gelegenheit haben, ihn immer frisch untersuchen zu können.

Als die nächsten Verwandten der Saprolegnieen müssen offenbar jene kleinen, schmarotzenden und farblosen Gewächse angesehen werden, aus welchen die von Al. Braun**) aufgestellten, eine eigene Familie bildenden Gattungen Chytridium und Rhizidium bestehen. Sie unterscheiden sich in der That wesentlich von den Saprolegnieen nur durch die Beschaffenheit ihrer Schwärmsporen, denn es ist zu vermuthen, dass sie in der Bildung ihrer Geschlechtsorgane, von denen man bisher nur die ruhenden Sporen — d. h. also die Oosporen — kennt, sich am nächsten der Gattung Pythium, namentlich dem Pythium entophytum, anschliessen werden, welche letztere Art auch in ihrer äusseren Erscheinung eine die Saprolegnieen und Chytridien verbindende Mittelbildung darstellt. —

Nees von Esenbeck***) war der Erste, welcher, gestützt auf die Untersuchungen von Gruithuisen und Carus, die verschiedenen hierher gehörigen, im Wasser auf thierischen oder pflanzlichen Körpern schmarotzenden Gewächse, soweit man sie

*) Verjüngung S. 289.

**) Verjüngung S. 198, Abhandlung der K. Acad. d. Wissensch. zu Berlin. 1855. S. 21 der phys. Abh. und Monatsberichte der Berl. Acad. 1856. S. 587.

***) Im Anhange zu der Abhandlung von Carus in Nova Acta N. C. Vol. XI. P. II p. 493.



damals kannte, nach ihrer Schwärmsporenbildung in Gattungen zu trennen versuchte. Kützing vereinigte später wiederum alle ihm bekannten Formen dieser Gruppe unter der einen Gattung Saprolegnia, welche Nees von Esenbeck aufgestellt hatte. Ich selbst hielt früher, von den ungenügenden Beschreibungen, die keine wahren Speciesunterschiede nachweisen, irre geleitet, alle im Systema Algarum beschriebenen Formen für identisch. Mit Ausnahme der Saprolegnia capitulifera Al. Braun, die ich damals nicht kannte, kann ich auch jetzt noch in den vorhandenen Beschreibungen keine Speciesunterschiede finden, und bin noch der Ueberzeugung, dass die Arten dieser Familie nach vollständigeren Untersuchungen von neuem aufgestellt werden müssen. De Bary*) hat später in der Saprolegnia capitulifera Al. Braun, die Gattung Achlya Nees von Esenbeck, wieder erkannt und die Unterscheidungen der Gattungen Saprolegnia und Achlya im Geiste von Nees von Esenbeck wieder hergestellt. Allein dieser hatte in jener Abhandlung, in welcher er die Gattungen Saprolegnia und Achlya aufstellte, noch eine dritte Gattung unter dem Namen Pythium unterschieden, welche von zwei Pflanzen gebildet werden sollte, die von Schrank**) unter dem Namen Mucor imperceptibilis und Mucor spinosus beschrieben und abgebildet worden waren. Aber die Beschreibung und Abbildung bei Schrank zeigt mit Bestimmtheit, dass die von ihm untersuchten Pflanzen gar nicht hierher gehören, sondern, wie es scheint, wahre Fadenpilze sind, die gewiss kein neues Genus bilden. Es muss daher die Gattung Pythium Nees von Esenbeck, aufgegeben werden, und ich habe es für erlaubt gehalten, den vorhandenen, von Nees von Esenbeck vorgeschlagenen und nun frei gewordenen Namen auf die von mir beobachteten, sicher zu den Saprolegnieen gehörigen Gewächse, welche meine Gattung Pythium bilden, zu beziehen. —

Fassen wir schliesslich die morphologischen Verhältnisse der ganzen Familie und die unterscheidenden Merkmale der Gattungen in ihren allgemeinsten Hauptzügen nochmals zusammen, so erhalten wir das folgende Schema.

Saprolegnieen. Kryptogamische, farblose und schmarotzende Wasserpflanzen aus der Abtheilung der Algen. Vegetativer Theil von einem einzelligen, vielfach verästelten Schlauche gebildet. Schwärmsporen

*) Botan. Zeitung von Mohl u. Schlecht. 1852. S. 473.

**) Denkschriften der K. Acad. d. Wissensch. zu München auf das Jahr 1813. S. 14.

zahlreich in den zu Sporangien abgeschlossenen Spitzen der Schläuche oder aussen vor der Oeffnung derselben aus ihrem Inhalt gebildet, ein oder zwei Cilien an ihrer vorderen Spitze tragend. Oogonien nackt, von den angeschwollenen Enden kürzerer Seitenäste oder von mittleren Schlauchstücken gebildet, mit zahlreichen Oeffnungen versehen. Antheridien einzellig, als Enden gekrümmter Nebenäste der Oogonien (oder als eiförmige Zellen in den Spitzen besonderer Schläuche?). Samenkörper von der Gestalt kleiner Stäbchen oder Körnchen, zahlreich in den Antheridien entstehend. Oosporen zahlreich oder einzeln in jedem Oogonium aus dessen Inhalt gebildet, nach längerer Vegetationspause unmittelbar zu Schläuchen auswachsend oder auch Schwärmsporen in ihrem Innern erzeugend.

1) **Saprolegnia** Nees v. Esenb. Schwärmsporen im Inneren der Sporangien gebildet, gleich nach der Geburt, ohne vorherige Häutung, isolirt und beweglich. Schläuche die entleerten Sporangien durchwachsend und an ihrer Spitze wiederholt Sporangien bildend. Oosporen zahlreich in den Oogonien.

a. Die Antheridien als Enden der Nebenäste.

Saprolegnia monoica.

b. Die Antheridien als eiförmige Zellen in der Spitze besonderer Schläuche?

Saprolegnia ferax.

2) **Achlya** Nees v. Esenb. Schwärmsporen im Innern der Sporangien gebildet, aber nach der Geburt zusammenhängend und vor dem Entweichen sich häutend. Schläuche unter den Endsporangien seitliche Sporangien treibend. Oosporen zahlreich in den Oogonien.

Achlya prolifera.

3) **Pythium**, n. g. Schwärmsporen aussen vor der Oeffnung der Sporangien aus deren Inhalt gebildet, sich nicht häutend. Schläuche die entleerten Sporangien weder durchwachsend noch seitliche Sporangien treibend. Oosporen einzeln in jedem Oogonium.

Pythium monospermum und Pythium entophytum.

Erklärung der Figuren.

Taf. XIX.

(Sämmtliche Figuren sind 350fach vergrössert.)

Saprolegnia monoica.

Fig. 1 u. 2. Die Oogonien und ihre Nebenäste vor Eintritt der Oosporenbildung.

Fig. 3. Oogonium mit den ersten Spuren der beginnenden Bildung der Löcher. Die Spitze des Nebenastes ist zum Antheridium abgeschlossen.

Fig. 4. Oogonium mit fertiger Ausbildung jener Stellen, welche zu den Löchern werden sollen, aber noch vor Resorption der Membran.

Fig. 5. Oogonium mit vorgeschrittener, aber noch nicht vollendeter Sonderung des Inhalts in die Befruchtungskugeln.

Fig. 6. Ein Oogonium im Zustande der Fig. 5 von oben gesehen.

Fig. 7. Ein Oogonium mit beendeter Sonderung des Inhalts; die Befruchtungskugeln sind fertig, aber liegen noch der Wand an; die Membran des Oogonium ist in diesem Augenblick an den Stellen, welche zu den Löchern werden sollen, noch nicht resorbirt.

Taf. XX.

(Sämmtliche Figuren sind 350fach vergrössert.)

Saprolegnia monoica.

Fig. 1—5. Oogonien mit vollendeter Bildung der Befruchtungskugeln, nach Entstehung der Löcher und nachdem die Antheridien Schläuche in das Innere der Oogonien hinein getrieben und sich theilweise oder völlig entleert haben. Fig. 3 zeigt eine unregelmässige Form eines Oogonium, in abnormer Weise dadurch entstanden, dass ein durch eine Scheidewand abgeschlossenes Schlauchstück in den vor ihm liegenden leeren Schlauchtheil einen sich zum Oogonium umbildenden Zweig hinein getrieben hat.

Taf. XXI.

(Fig. 1 ist 250fach, Fig. 7 600fach, die übrigen sind alle 350fach vergrössert.)

Fig. 1. Pythium entophytum.

Die Schläuche des Pythium entophytum aus den Copulationskörpern in zwei Spirogyrenzellen hervorgetreten. Einige haben ihren Inhalt bereits entleert und vor der Oeffnung angesammelt (a, b, c, d); bei b beginnt so eben die Sonderung des Inhalts in die Schwärmsporen; bei c und d ist die Schwärmsporenbildung beendet. Andere Schläuche haben die Membran der Spirogyrenzelle noch nicht durchbrochen.

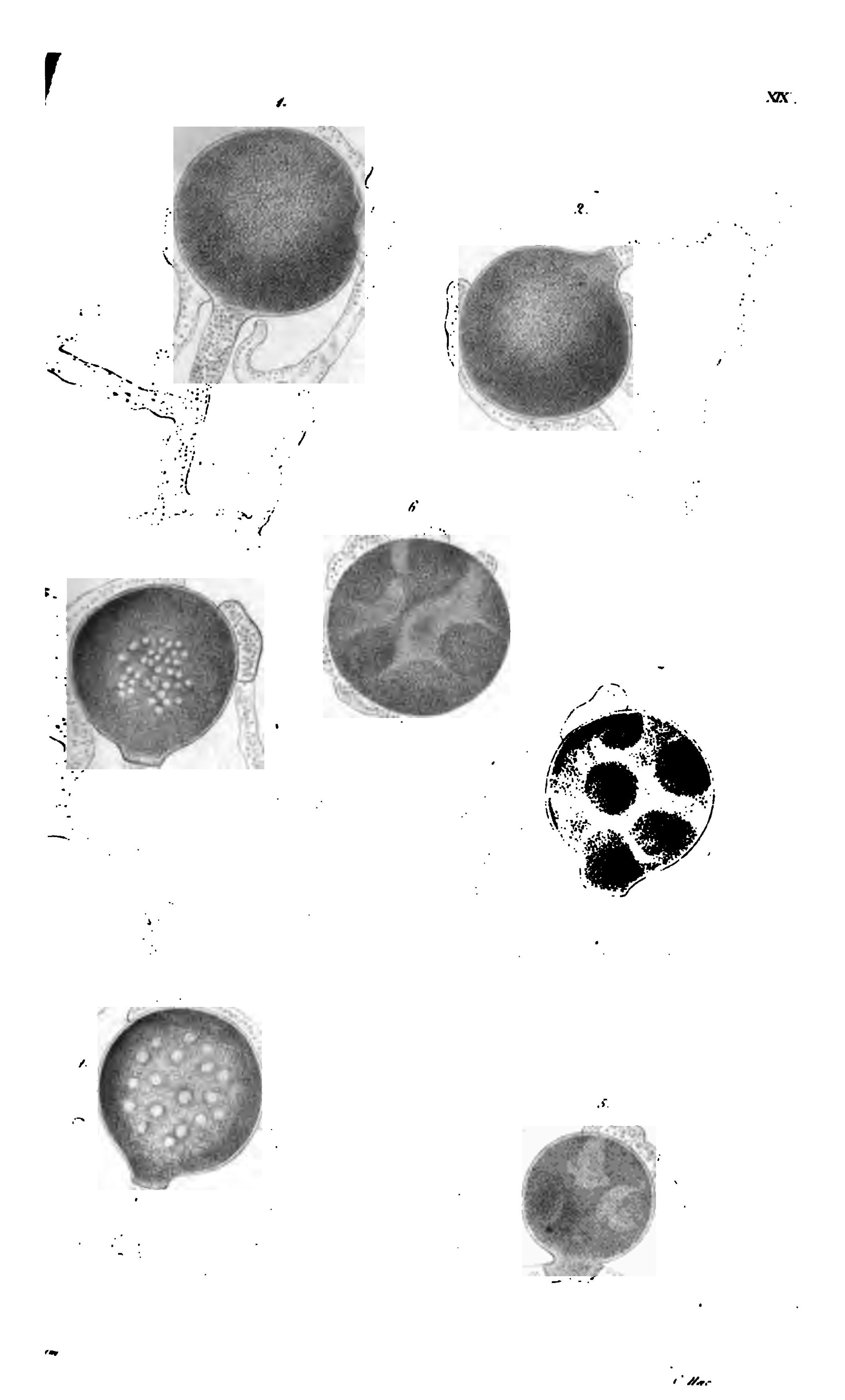
Fig. 2—16. Pythium monospermum.

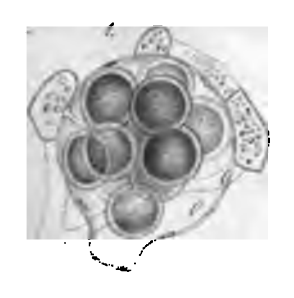
Fig. 2. Keimende Oosporen von Pythium monospermum.

Fig. 3—12. Die Geschlechtsorgane (Oogonien und Antheridien) von Pythium monospermum in verschiedenen Entwickelungszuständen.

Fig. 13. Sporangien von Pythium monospermum vor Entleerung ihr Inhalts.

Fig. 14 — 16. Das Ende eines Sporangium von Pythium monospermu nach Entleerung seines Inhalts und Ansammlung desselben vor der Oeffnun Man sieht den vor dem Sporangium zusammengeballten Inhalt in verschieden Zuständen der Schwärmsporenbildung.



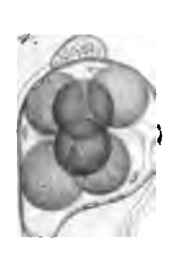


2.



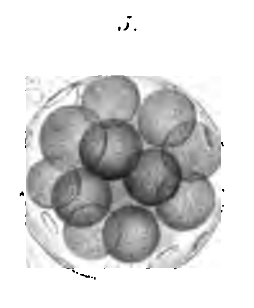
3.







5.



gez. von Pringsheim. gest. v. C. h.



gez. v. Pringsheim.

Ueber den Blüthenbau der Gattung Delphinium.

(Weitere Ausführung eines bei der Naturforscher-Versammlung zu Wien im September 1856 gehaltenen Vortrags.)

Von

Alexander Braun.

Die morphologische Untersuchung des Blüthenbaues im weiteren Sinne bietet zwei verschiedene Seiten, die taxologische, welche bloss die gegenseitige Stellung und Anordnung der Blüthentheile berücksichtigt, und die morphologische im engeren Sinne, welche die Beschaffenheit der Blüthentheile selbst ins Auge fasst. Die letztere begreift aber selbst wieder zwei Theile, nämlich die Gliederung der Blüthe, wie sie durch die Stufenfolge und Rangordnung ihrer Formationen bedingt ist, und sodann die Gestaltung der Blüthe, wie sie durch die Ausbildungsweise ihrer Formationen, die Configuration ihrer Glieder oder Theile dargestellt wird. So ergeben sich im Ganzen drei verschiedene Seiten der Betrachtung, die ich als die Tactik, Choretik und Plastik der Blüthe bezeichnen will. Aus der Verbindung der tactischen und choretischen Betrachtung ergiebt sich das Schema der Blüthe, das in seiner der Plastik mehr oder weniger entkleideten Darstellung gewöhnlich Diagramm genannt wird. Die Unterscheidung der angeführten Gesichtspunkte ist für eine klare Auffassung des Blüthenbaues nothwendig, indem jeder derselben Eigenschaften umfasst, welche von den anderen unabhängig sind. So können tactisch gleich construirte Blüthen schematisch verschieden sein, da die gleiche Tactik mit verschiedener Choretik verbunden sein kann. Ebenso erlaubt Gleichheit des Schema's die grösste Mannigfaltigkeit der Plastik. Aber auch umgekehrt können in der Configuration ähnliche Blüthen schematisch verschieden gebaut sein.

Die Anordnung der Blüthentheile wird nicht selten, besonders von französischen Schriftstellern, als Symmetrie der Blüthen bezeichnet, ein Ausdruck, der nicht geeignet ist, da es sowohl in tactischer als in plastischer Beziehung symmetrische und unsymmetrische Blüthen giebt. Die Symmetrik bildet daher einen durchaus secundären Gesichtspunkt in der Untersuchung der Blüthen, ebenso wie die damit nahe zusammenhängende Statik der Blüthen, welche die Verhältnisse der Einsetzung, Stellung und Richtung der Blüthen im Ganzen der Inflorescenz, z. B. seitlicher Blüthen zu ihrer Abstammungsachse, zu betrachten hat.

Die Erforschung des Blüthenbaues hat die Aufgabe, die mannigfaltigen Erscheinungen, welche ihr entgegentreten, zu vergleichen und zu ordnen, die Fäden des Zusammenhanges derselben in aller Weise zu verfolgen, und so mehr und mehr die innere Gesetzgebung der Natur zu erfassen, welche den mit Recht schon nach dem ersten Eindruck bewunderten Bau der Blüthen beherrscht. Da jedoch die Blüthe ein Theil der Pflanze ist, der wesentlich dieselben morphologischen Elemente bietet, wie der ihr in der Entwicklung vorausgehende Pflanzenstock, wie dieser aus einer Achse und den ihr zugehörigen Blattgebilden bestehend, so kann die Betrachtung der Blüthe auch nicht abgelöst werden von der des Ganzen, dem sie angehört. Die Choretik der Blüthe erhält ihr Verständniss aus der zusammenhängenden Betrachtung des ganzen Stufenbaues der Pflanze, der sogenannten Metamorphosenlehre; die Plastik der Blüthe führt zurück auf die Bildungsgeschichte der Organe überhaupt; die Tactik der Blüthe kann nur als Theil der ganzen Blattstellungslehre begriffen werden.

Die eigentliche Grundlage, gleichsam der Grundstein für die Architektonik der Blüthe, muss gelegt werden durch die Ermittelung der ursprünglichen Aufeinanderfolge und Anordnung der Blüthentheile; diese Ermittelung muss den ersten Grundriss geben, in welchen alle weiteren Bestimmungen eingetragen werden können. Allein gerade hierin liegt auch die eigenthümliche Schwierigkeit der Erforschung des Blüthenbaues, deren Ueberwindung nur durch vorausgehendes Studium der leichter zugänglichen Successions- und Ordnungsverhältnisse der Blätter ausserhalb der Blüthen angebahnt werden kann*). Daher ist es zweckmässig, die Untersuchung der

*) Schon im Jahre 1829, als Dr. C. Schimper seine Entdeckungen über Blattstellung der Versammlung deutscher Naturforscher in Heidelberg mittheilte,

Blüthen mit solchen Pflanzen zu beginnen, bei welchen die wesentliche Uebereinstimmung in der Anordnung der Blüthentheile mit den Gesetzen der Anordnung vegetativer Blätter recht augenscheinlich hervortritt, wie dies besonders bei den Ranunculaceen der Fall ist. Ich wähle als Beispiel aus dieser Familie zunächst die Gattung Delphinium, welche überdies durch die eigenthümlichen Gestaltungsverhältnisse der Blüthe eine besondere Berücksichtigung beanspruchen kann.

Die Rittersporn-Blüthe hat in ihrer Gestalt auf den ersten Blick etwas so Ausgezeichnetes, dass sie, ungeachtet der nicht unbedeutenden habituellen Verschiedenheit der Arten, die Gattung überall leicht kenntlich macht. Ohne genauer eingehende Untersuchung würde man nicht vermuthen, dass hinter einer so entschiedenen Aehnlichkeit der Gestalt eine Verschiedenheit der Zusammensetzung der Blüthe sich verbirgt, die so bedeutend ist, dass sie zur Zerstücklung der anscheinend so natürlichen Gattung Anhalt geben konnte. Gerade durch diese Verschiedenheit der Tactik, mit welcher verschiedene Delphinien einen gewissen gemeinsamen Typus der Blüthengestaltung darzustellen vermögen, wird die Gattung Delphinium lehrreicher als andere, z. B. als die Gattung Aconitum, in welcher die Verschiedenheit in der äusseren Gestalt der Blüthe vielleicht grösser erscheinen kann, als bei Delphinium, die zu Grunde liegende Anordnung der Blüthentheile jedoch überall wesentlich dieselbe ist.

Bevor ich zur Beschreibung der Blüthe selbst übergehe, schicke ich einige Bemerkungen über Blüthenstand und Einsetzung der Blüthe voraus. Die Gattungen Delphinium und Aconitum sind die einzigen in der Familie der Ranunculaceen, welche einen traubigen Blüthenstand ohne Gipfelblüthe besitzen, womit zugleich die ihnen allein zukommende zygomorphe Bildung der Blüthe zusammenhängt*).

---

habe ich in einem nachfolgenden Vortrag auf den Zusammenhang der „Syntax der Blüthen" mit der Blattstellungslehre hingewiesen, desgleichen in meiner Abhandlung über die Ordnung der Schuppen an den Tannenzapfen (Act. nat. cur. XV. I. p. 95), wo ich zugleich auf Taf. XXXII nach Blattstellungsregeln construirte Blüthen-Diagramme gab, die freilich dem jetzigen Stande der Erfahrungen in diesem Gebiete grossentheils nicht mehr genügen.

*) Der traubige Blüthenstand findet sich in der Familie wieder bei Actaea, aber ohne die zygomorphe Gestaltung der Blüthe und, wenigstens bei schwächerer Entwicklung der Traube (A. spicata), mit einer Gipfelblüthe, an das ähnliche Vorkommen bei Berberis erinnernd; nur seitliche Blüthen, aber weder zur Traube gesammelt noch zygomorph, finden sich bei Hepatica (s. Verjüng. S

Dass die oberste Blüthe der Trauben von Delphinium und Aconitum auch da, wo sie wegen völliger Unterdrückung der Fortsetzung der Hauptachse oberhalb der Ursprungsstelle ihres Stiels terminal zu sein scheint, in der That seitlich ist, wie die vorausgehenden, hat Wydler nachgewiesen*). Wirkliche Gipfelblüthen sind, wenn sie vorkommen, monströse Erscheinungen. Ich habe solche auf der Spitze kurzer Seitentrauben bei blau blühenden Aconiten beobachtet, theils von sehr unregelmässiger Bildung, theils mehr oder minder vollkommene Pelorien darstellend**). Bei Delphinium sind mir ähnliche Fälle nicht vorgekommen, noch finde ich sie anderwärts erwähnt.

Die Einsetzung der Blüthe geschicht bei Delphinium (so wie auch bei Aconitum) mit zwei seitlichen Vorblättern (Bracteolen), welche stets unfruchtbar sind, d. h. niemals zu weiteren Auszweigungen des Blüthenstandes Veranlassung geben. Die Vorblätter gehören der Formation der Hochblätter an, sind einfach und schmal, bis zum pfriemenförmigen. Ebenso verhalten sich in der Regel die Tragblätter (Deckblätter, Bracteen), doch sind diejenigen der untersten Blüthen zuweilen laubartig, wie dies namentlich bei D. Ajacis und orientale gewöhnlich ist und auch bei D. tricorne nicht selten vorkommt. Bei einer einzigen Art, D. axilliflorum Dec., sind alle Tragblätter bis zur Spitze des Blüthenstandes, der wegen der sehr kurz gestielten Blüthen als Aehre bezeichnet werden muss, laubartig entwickelt und vielspaltig. Zuweilen wächst das Tragblatt an dem Blüthenstiel eine Strecke weit an, so namentlich bei den oberen Blüthen von D. Ajacis, grandiflorum, peregrinum, elatum und den verwandten Arten, in welchem Falle man sich hüten muss, es für ein drittes Vorblatt zu halten. Umgekehrt habe ich eine Anwachsung der untersten Blüthen an die Achse der Inflorescens bei D. tricorne beobachtet, wodurch die Blüthe vom Tragblatt entfernt wird.

Die Vorblätter kommen bei verschiedenen Arten in verschiedener Höhe des Blüthenstiels vor: ganz an der Basis desselben bei D. Staphisagria; ungefähr in der Mitte desselben bei D. Requienii, Consolida, pubescens, divaricatum, Ajacis***);

*) Flora 1854. No. 4 S. 49: Ueber scheinbar gipfelständige Blüthen von Delphinium und Aconitum.

**) Auch Moquin-Tandon (Tératologie p. 189) erwähnt des Vorkommens von Pelorien bei Aconitum.

***) An den unteren Blüthen stehen sie tiefer unten am Stiel, an den oberen rücken sie höher hinauf, oft bis nahe an den Kelch.

über der Mitte des Stiels bei D. triste, virescens, albiflorum, hybridum; noch näher am Kelche bei D. orientale, grandiflorum, cheilanthum, decorum, elatum und verwandten Arten, endlich dicht am Kelche, an der unter der Blüthe stattfindenden Anschwellung des Blüthenstiels, bei D. flexuosum und tricorne. Die Vorblätter stehen nicht immer in gleicher Höhe, sondern sind mehr oder weniger auseinander gerückt, so dass man ein erstes (α) und ein zweites (β) unterscheiden kann.

Die Blüthe von Delphinium beginnt mit einem fünfblättrigen Quirl, der durch die zarte Textur und Färbung mehr einer Blumenkrone, als einem Kelche ähnlich ist, weshalb ihn auch die älteren Botaniker bis auf Linné's Zeiten und später, selbst noch Treviranus*), geradezu Corolla nannten, während die Analogie mit anderen Gattungen der Familie (Ranunculus, Adonis), bei welchen der erste Quirl der Blüthe, aus derberen grünlichen Blättern bestehend, von entschieden kelchartiger Natur ist, zuerst Jussieu**) und in neuerer Zeit fast alle Autoren veranlasste, ihn als Kelch zu bezeichnen. Sieht man bei der Bestimmung der Blattformationen der Blüthe bloss auf die charakteristischen Merkmale derselben, so erscheint die Bezeichnung des ersten Quirls der Blüthe vieler Ranunculaceen (Delphinium, Aconitum, Nigella, Aquilegia, Trollius, Caltha, Anemone) als Krone allerdings gerechtfertigt, während sie von der anderen Seite betrachtet das Missliche hat, dass ein Quirl, der im Ganzen der Blüthe der Ranunculaceen überall dieselbe Stellung einnimmt, bei verschiedenen Gattungen mit verschiedenen Namen belegt wird. Dieser Missstand tritt in zwei Fällen noch ganz besonders hervor; erstlich nämlich bei solchen Gattungen, bei welchen der erste Quirl in seinen Charakteren zwischen Kelch und Blumenkrone schwankt (Helleborus), so dass man in Verlegenheit ist, ihn mit dem einen oder anderen Namen zu bezeichnen, und zweitens bei allen denjenigen Gattungen, bei welchen auf den ersten blumenkronenartigen Quirl ein zweiter***) folgt, der, wenn auch in mancherlei abweichenden Formen auftretend, dennoch den Namen einer Blumenkrone unzweifelhaft in Anspruch zu nehmen hat (Aquilegia, Delphinium, Aconitum, Nigella).

---

*) De Delphinio et Aquilegia observationes. 1817.

**) Genera plantarum. 1789. p. 234.

***) Nicht immer ein geschlossener Quirl, sondern oft nur ein Scheinquirl, indem die Theile der Corolle bei den Ranunculaceen häufig Glieder einer Spirale sind, die sich ununterbrochen in das Staubblattsystem fo-

Die Schwierigkeiten einer präcisen Bezeichnung der ersten Blattformationen der Blüthe liegen hier in der Natur des Gegenstandes selbst. Der in anderen Familien scharf gezogene Unterschied zwischen Kelch und Blumenkrone ist bei den Ranunculaceen nicht in derselben Bestimmtheit vorhanden, vielmehr zeigt die Vergleichung der verschiedenen Gattungen ein Schwanken zwischen beiden, mit welchem zugleich ein Schwanken zwischen Blumenblattbildung und Staubblattbildung verbunden ist, und welches in der völligen Umgestaltung des Kelches zur Blumenkrone und der Blumenblätter zu Staubblättern sein Aeusserstes erreicht. Die Gattungen lassen sich in eine Reihe stellen, welche die allmählichen Abstufungen dieser Schwankung vor Augen führt:

1) Kelch und Blumenkrone sind charakteristisch vorhanden: Paeonia, Ranunculus, Adonis — Myosurus.

2) Der Kelch mehr oder minder blumenkronenartig; die Blumenblätter von abweichender Gestalt, oft auf die blosse Nectarienbildung reducirt, endlich von staminodienartigem Ansehen: Aquilegia, Delphinium — Helleborus, Nigella, Aconitum — Trollius, Coptis, Cimicifuga.

3) Der Kelch völlig corollinisch, an der Stelle der Blumenblätter bereits wirkliche Staubblätter: Caltha, Anemone, Thalictrum, Hydrastis, Actaea.

Darnach wird sich auch die Bezeichnung zu richten haben. Für den dritten Fall nehme ich keinen Anstand, den ersten Quirl Blumenkrone zu nennen, mit demselben Rechte, mit welchem man die zunächst darauf folgenden Staubblätter als solche, und nicht als Blumenblätter bezeichnet, ob sie gleich der Blumenkrone anderer Ranunculaceen entsprechen. Für den zweiten Fall dagegen, in welchem die Blumenkrone noch als solche vorhanden ist (und unter welchen Delphinium gehört), ziehe ich es vor, den ersten Kreis als blumenkronenähnlichen Kelch zu bezeichnen.

Der Kelch von Delphinium zeigt eine constante Deckung seiner fünf Blätter, und zwar so, dass an der Knospe zwei äussere (beiderseits deckende), ein mittleres (einerseits deckendes, anderseits bedecktes) und zwei innere (beiderseits bedeckte) Kelchblätter unterscheidbar sind, was sich gewöhnlich auch an der entfalteten Blüthe noch sehen lässt, und selbst dann, wenn die Deckung nicht mehr direct wahrzunehmen ist, in der Beschaffenheit der Ränder der Kelchblätter seinen Ausdruck behält, indem die früher bedeckten sich durch Zartheit und stärkere seitliche Ausbreitung vor den früher

deckenden auszeichnen. Die beschriebene Deckungsweise der Kelchblätter findet sich wieder bei Aconitum und anderen Ranunculaceen mit fünfblättrigem Kelche und ist überhaupt im ganzen Bereiche der Dikotylen eine sehr gewöhnliche[1]); man hat sie die quincunciale[2]) genannt, in demselben Sinne, in welchem man die $\frac{2}{5}$ Stellung mit dem Namen des Quincunx bezeichnet hat, und in der That findet diese Deckungsweise ihre Erklärung in der Anordnung der Kelchblätter nach $\frac{3 \vee 2}{5}$ (d. h. $\frac{3}{5}$ nach dem langen, $\frac{2}{5}$ nach dem kurzen Wege)[3]). Die zwei deckenden Kelchblätter sind das erste und zweite (ich will sie mit S^1 und S^2 bezeichnen), das halbdeckende ist das dritte (S^3), die zwei bedeckten das vierte und fünfte (S^4 und S^5). Die Deckung zeigt also hier die wirkliche Aufeinanderfolge der Theile an (ist eine eutopische), eine Annahme, die sich nicht bloss auf vergleichende Blattstellungsforschung stützt, sondern auch bei directer Beobachtung der Entwicklungsgeschichte in der Reihenfolge des Hervorwachsens der Kelchblätter aus dem ursprünglichen Vegetationspunkte der Blüthe ihre Bestätigung findet, wie dies die Untersuchungen von Payer[4]) gezeigt haben.

Der Kelch bildet also einen Cyclus der $\frac{2}{5}$ Stellung, dessen Einsetzung zwischen die Vorblätter und Lage zur Achse des Blüthenstandes noch zu betrachten ist. Das Stellungsverhältniss des Kelches zu den Vorblättern kann man sich dadurch veranschaulichen, dass man einen Diameter durch die Blüthe zieht, der von der Spitze des zweiten Kelchblattes ausgehend in die Lücke zwischen dem ersten und dritten Kelchblatte führt, und diesen Diameter rechtwinklig mit einem anderen sich schneiden lässt, der die beiden Vorblätter verbindet. Stellt man das so gebildete Kreutz aufrecht in die Achsel des Tragblattes, und zwar so, dass die Verbindungslinie der Vorblätter die Horizontale bildet, in der Senkrechten aber das zweite Kelchblatt nach oben, die Lücke zwischen dem ersten und dritten nach unten gerichtet ist, so hat man zugleich die Stellung der Blüthe zur Achse des Blüthenstandes dargestellt. Es ist dabei noch zu beachten, dass von den zwei nach unten fallenden Kelchblättern S^1 auf die Seite des Vorblattes α, S^2 auf die Seite

1) Vergl. Ordnung der Schuppen an den Tannenzapfen S. 96.

2) Vergl. Ad. Brongniart sur l'insertion relative des diverses pièces de chaque verticille floral (Ann. d. sc. nat. 1831. p. 225).

3) Ordnung der Schuppen an den Tannenzapfen S. 91—98.

4) Traité d'organogénie végétale comparée. Livr. VI (1854) p. 251, pl. 55. fig. 1—3.

des Vorblattes β fallen muss, ebenso von den zwei seitlichen Kelchblättern S^4 auf die Seite von α, S^5 auf die Seite von β, wie an den Diagrammen auf den beigegebenen Tafeln zu sehen *). Bestimmt man die Divergenzen, nach welchen die Vorblätter und Kelchblätter sich folgen, so erhält man, nach dem langen Wege (LW) gerechnet, vom Tragblatte aus zum ersten Vorblatte $\frac{3}{4}$, d. i. $\frac{1 + \frac{1}{2}}{2}$, von da zum zweiten Vorblatte $\frac{1}{2}$, zum ersten Kelchblatte $\frac{3 + \frac{1}{2}}{5}$, zum zweiten Kelchblatte $\frac{3}{5}$ und sofort bis zum fünften. Die spiralige Aufeinanderfolge geht hierbei in gleicher Wendung weiter **), wobei man vom Vorblatte β zu S^1 den Weg um die Hinterseite der Blüthe nimmt. Dies Alles lässt sich kurz so zusammenfassen: die Blüthe ist seitlich. Es geht ihr ein Vorblattpaar voraus, das sich nach $\frac{1 + \frac{1}{2}}{2}$ einsetzt; der darauf folgende fünfzählige Kelch schliesst sich hintumläufig mit $\frac{3 + \frac{1}{2}}{5}$ an. Es ist dies die gewöhnlichste Art der Einsetzung seitlicher fünfzähliger Blüthen bei Dikotylen, die sich nicht bloss bei anderen Ranunculaceen, sondern auch bei Rosaceen, Rutaceen, Lineen, Oxalideen, Tropaeoleen, Saxifrageen, Crassulaceen, Caryophylleen, Hypericaceen, Violarieen, Polygaleen, Apocyneen, Convolvulaceen, Personaten, Labiaten, Campanulaceen und anderen Familien in grösster Ausdehnung wiederfindet.

Die Deckung der Kelchblätter giebt zugleich das Mittel an die Hand, die Wendung der Blattstellung der Blüthe (die sich, wie die folgende Untersuchung zeigen wird, unverändert durch die ganze Blüthe fortsetzt) zu bestimmen und mit der Wendung der Blattstellung an den Schwesterblüthen und der Mutterachse zu vergleichen. Verschiedene Blüthen derselben Art zeigen verschiedene Wendung, ja selbst die Blüthen einer und derselben Achre zeigen in dieser Beziehung meist ein gemischtes Verhalten (Poecilodromie); sel-

*) Wenn es in der Wirklichkeit, wie mir namentlich bei D. Ajacis solche Fälle vorgekommen sind, zuweilen umgekehrt zu sein scheint, d. h. wenn man zuweilen das tiefer am Blüthenstiel befindliche Vorblatt auf der Seite von S^3 statt von S^1 findet, so beruht dies ohne Zweifel auf einer durch ungleiche Anwachsung der Vorblätter am Blüthenstiel bewirkten Verschiebung (Metatopie).

**) Wenn man mit Umwendung von α zu β und ebenso von β zu S^1, also mit doppelter Umwendung, construirt, erhält man dasselbe Resultat. Im einzelnen Fall ist eine solche Umwendung selten nachzuweisen, aber sie ist nach Gründen der Symmetrie bei Einsetzung der Blattstellung mit einem Vorblätterpaare wahrscheinlich sehr gewöhnlich.

ferner sind alle Blüthen desselben Blüthenstandes unter sich gleichwendig (syndrom), entweder so, dass sie in ihrer Wendung mit der Blattstellung der Hauptachse gleichläufig sind (Homodromie), oder gegenläufig (Antidromie). Meine Beobachtungen über diese Verhältnisse sind jedoch von geringer Ausdehnung. Bei Delphinium elatum und verwandten Formen fand ich die Blüthen poecilodrom; bei D. grandiflorum fand ich sie grossentheils syndrom und homodrom; bei D. cardiopetalum syndrom und antidrom, in beiden Fällen jedoch mit Ausnahmen. D. Ajacis, das ich am häufigsten untersucht habe, hat vorherrschend antidrome Blüthen. Ich fand z. B. in einer Traube von 8 Blüthen 6 antidrome und 2 homodrome, in einer Traube von 16 Blüthen 11 antidrome und 5 homodrome. Ich will hier noch einige Bemerkungen über die analogen Verhältnisse im Gebiete der vegetativen Region einschalten.

Die vegetativen Zweige (LH, d. h. Laub-Hochblatt-Zweige) von D. Ajacis verhalten sich in der Wendung der Blattstellung wie die Blüthen, sie sind gewöhnlich antidrom. Unter den Zweigen zweiter Ordnung (Secundanzweigen) zeigt der aus der Achsel des zweiten Blattes entspringende eine fast ganz constante Ausnahme von dieser Regel, indem er homodrom ist. Zwischen den beiden ersten Secundanzweigen, deren Tragblätter als die Vorblätter des Zweiges erster Ordnung, von dem sie ihren Ursprung nehmen, zu betrachten sind, und wie die Vorblätter der Blüthe einen transversal gestellten $\frac{1}{2}$ Cyclus bilden, tritt nämlich ein Verhältniss der Symmetrie ein, was sich in der Gegenläufigkeit ihrer Blattstellung ausspricht, und zwar so, dass der erste Zweig (der Zweig aus α) gegenläufig, der zweite (aus β) gleichläufig ist. Dasselbe Gesetz findet sich wieder in der Inflorescenz derjenigen Ranunculaceen, welche durch Auszweigung aus den Vorblättern der Blüthe dichotome Cymen (Dichasien) bilden (Helleborus, Aquilegia, Ranunculus). Während die Blüthen stets in aufsteigender Ordnung sich entfalten, entwickeln sich die vegetativen Zweige in absteigender. Dies gilt auch von den zwei ersten Secundanzweigen, welche man besonders an den obersten Primanzweigen, bei welchen der Hochblattregion (Inflorescenz) nur zwei Laubblätter vorausgehen, entwickelt findet: der obere (homodrome) ist der geförderte. Betreff der Blattstellung ausserhalb der Blüthe bemerke ich dass die Hochblätter (Tragblätter der Blüthen) bei D. Ajacis $\frac{5 v 3}{8}$ Stellung folgen, ebenso die Laubblätter in der oberen Laubr was jedoch bei dem Mangel der Kanten des Stengels schwer-

sicher zu bestimmen ist. Die unteren Laubblätter schienen mir nach $\frac{3 \vee 2}{5}$ geordnet. Die zwei ersten Laubblätter der Hauptachse, welche zunächst den Kotyledonen folgen, sind, wie diese, opponirt; sie bilden einen $\frac{1}{2}$ Cyclus, der sich mit dem der Kotyledonen kreutzt. Nach ihnen beginnt die Spirale, deren viertes Blatt mit der Richtung des ersten des vorausgehenden Paares zusammenfällt, was, wenn es $\frac{3 \vee 2}{5}$ Stellung ist, eine Anschliessung durch $\frac{3 + \frac{1}{2}}{5}$, wenn es $\frac{5 \vee 3}{8}$ Stellung ist, eine Anschliessung ohne Prosenthese anzeigt. Bei den grossen ausdauernden Rittersporn-Arten aus der Gruppe des D. elatum treten höhere Blattstellungs-Verhältnisse auf: für die Laubblätter $\frac{8 \vee 5}{13}$, in der Infloresecenz auch noch weitere Stellungen der Hauptkette nicht bloss, sondern auch anderer abweichender Blattstellungsketten, die jedoch wegen der Häufigkeit der Metatopien schwieriger zu ermitteln sind, zumal wenn der Blüthenstand schon entwickelt ist.

Ich kehre zum Kelche zurück, von dem noch anzuführen ist, dass er, wie in der Stellung seiner Theile zur Achse, so auch in seiner Gestaltung median-symmetrisch ist, d. h. durch eine vom Tragblatte nach der Achse gezogene Linie in zwei gleiche Hälften zerfällt, während eine transversale (durch die Vorblätter gezogene) Linie ihn in ungleiche Hälften theilt. Das obere Kelchblatt (S^2) ist an seiner Basis in einen Sporn vorgezogen, während es bei dem verwandten Aconitum durch eine geräumigere Ausbauchung den sogenannten Helm bildet. Eine kleine Abweichung von der symmetrischen Gestaltung zeigt sich auf der Unterseite des Kelches, indem die rechts und links zur Mediane stehenden Kelchblätter 1 und 3 von ungleicher Beschaffenheit sind: S^1 schmaler und gleichseitig (homoeopleurisch), S^3 breiter und ungleichseitig (heteropleurisch), was, wie schon erwähnt, mit der Deckung zusammenhängt, indem die bedeckte Seite von S^3 sich stärker ausbreitet als die deckende.

Den merkwürdigsten und sonderbarsten Theil der Rittersporn-Blüthe bildet die Blumenkrone. In ihr spricht sich die sogenannte Unregelmässigkeit der Blüthe am entschiedensten aus, indem sie einseitig nach der oberen Seite ihre Ausbildung hat*). Bei

*) Es ist ein unbegreiflicher Irrthum, dass Endlicher in den Genera plantarum (1836) p. 849 den Sporn des Kelches und der Blumenkrone auf die Unterseite der Blüthe versetzt, und noch unbegreiflicher, dass Kunth (Flor.

allen Delphinien zeigt sich in der Gestalt der Blumenkrone ein gemeinsamer Grundzug, obgleich die Aehnlichkeit der Form bei verschiedenen Arten auf einer verschiedenen Grundlage beruht und mit verschiedenen Mitteln erreicht wird. Man hat die Blumenkrone von Delphinium, wie der Name andeutet, einem Delphinkopfe verglichen, bei welchem Vergleiche man sie jedoch umgekehrt betrachten muss; in ihrer natürlichen Stellung liesse sie sich eher einem Hasenkopfe mit vorwärts gerichteten Ohren vergleichen. Ich will sie (abgesehen von der Spornbildung) einem Lehnstuhl vergleichen, dessen auf der Hinterseite der Blüthe sich erhebende Rückenlehne mehr oder minder hoch emporragt, während die niedrigeren, flügelartigen Seitenlehnen sich nach der Mitte zusammenbiegen und ein mehr oder minder vollständiges Dach über den Befruchtungsorganen bilden. Um sich die Verschiedenheiten in der Entstehung und Zusammensetzung dieses Apparates zu vergegenwärtigen, vergleiche man unter sich:

1) D. Ajacis oder D. Consolida;
2) D. cardiopetalum oder eine der anderen Varietäten des D. peregrinum*);
3) D. grandiflorum.

Bei D. Ajacis L. und den verwandten Arten**) besteht der ganze Apparat der Blumenkrone aus Einem Stück, einem einzigen Blumenblatte, wie ich es vorläufig nennen will. An der Basis bildet es ein kurzes Röhrchen***), dessen niedrige Vorderwand flach und fast gerade abgeschnitten, dessen Hinterwand nach unten in einen

---

Berol. p. 26) den verkehrten Gattungscharakter aus Endlicher fast wörtlich aufgenommen hat.

*) Grenier und Godron, Flore de France. I. p. 48, vereinigen unter D. peregrinum L. als Varietäten: D. ambiguum L., D. cardiopetalum Dec., D. gracile Dec., D. longipes Moris, D. halteratum Sibth. et Sm., D. junceum Dec. und D. nanum Dec.

**) D. Ajacis L. ist nach J. Gay, der die beiden unter diesem Namen früher verwechselten Arten gesondert hat (vergl. Grenier und Godron l. c.) der gemeine einjährige Garten-Rittersporn mit abstehenden Zweigen und lockerer Traube, von welchem man das in den Gärten nicht minder bekannte D. orientale Gay durch steifen Wuchs, keine oder aufrechte Zweige, reicher und dicker besetzte Blüthentrauben leicht unterscheidet. Eine genauere Charakterisirung beider Arten ist am angeführten Orte zu finden. D. ornatum Bouché, welches Grenier und Godron zu D. orientale citiren, gehört jedoch nicht zu diesem, sondern zu D. Ajacis im Sinne von Gay.

***) An die röhrige Form der Blumenblätter von Helleborus erinnernd.

langen Sporn ausgesackt ist, der sich in dem Sporn des Kelches verbirgt*), nach oben dagegen sich erhebt und den Theil bildet, den ich als die Rückenlehne bezeichnet habe, und dessen vorragender Obertheil wohl auch als Oberlippe bezeichnet worden ist. Aus der unteren Hälfte dieses mittleren Theils tritt jederseits ein halbkreisförmiger gewölbter Lappen hervor, die Seitenlehnen (Flügel, Seitenlippen), welche sich nach vorn zusammenbiegen und die Staubblätter dachartig überwölben. Nach unten verlaufen sich diese Flügel in die Kanten, welche die hintere gewölbte von der vorderen flachen Wand der röhrigen Basis des Blumenblattes scheiden. Der obere, frei hervorragende Theil der Rückenlehne ist an der Spitze zweitheilig und längs der Mittellinie etwas nach innen eingefaltet. Auf der Grenze des oberen und unteren Theiles der Rückenlehne befindet sich, woran ich nur beiläufig erinnern will, jene eigenthümliche Zeichnung, welche die früheren Commentatoren der Alten irre führte, so dass sie den Rittersporn für die Pflanze hielten, welche nach der Dichtung theils aus dem Blute des Hyacinthus, theils aus dem des Ajax erwachsen, und deren Blume mit den Klagelauten Αι Αι oder dem Namen AIAX beschrieben sein soll**). Die Alten hiessen diese Pflanze Hyacinthus oder auch Vacinium; sie ist, wie du Molin überzeugend dargethan hat, nicht Delphinium Ajacis, sondern Iris germanica***). Was die Schriftzüge auf dem Blumenblatte des Ritterspors betrifft, so haben sie das Ansehen der Buchstaben IVI oder, wenn man zwei undeutlichere Zeichen, die weiter seitwärts stehen, mit in Betracht zieht, VIVIV. Sie werden bedingt durch den Verlauf von fünf zarten Nerven, von denen der mittlere und die seitlichen an der bezeichneten Stelle sich theilen, während die zwischen ihnen liegenden einfach fortlaufen, und welche gerade in dieser Gegend durch eine dunkler gefärbte Umgebung besonders bemerklich sind. Eine genauere Beschreibung des weiteren Verlaufs dieser Nerven übergehe ich, da es für den gegenwärtigen Zweck genügt, der Existenz eines Mittelnerven des Blumenblattes von

*) Als Monstrosität kommt der Fall vor, dass der Sporn des Blumenblattes nicht in den Sporn des Kelchblattes eindringt, sondern in dem Zwischenraum beider sich, meist unregelmässig verbogen, aufwärts krümmt.

**) Hyacinthum comitatur fabula duplex, luctum praeferens ejus, quem Apollo dilexerat, aut ex Ajacis cruore editum, ita discurrentibus venis, ut Graecarum literarum figura *Αι* legatur inscripta. Plin. lib. XXI. c. 38. (Ovid. metam. lib. X. 205; XIII. 394; Virg. Bucol. eclog. III. 106.)

***) Du Molin, Flore poétique ancienne (1856) p. 58.

D. Ajacis Erwähnung gethan zu haben. Christ. Conrad Sprengel*) rechnet die buchstabenartigen Figuren an der Corolle des Rittersporns zu den „Saftmalen", welche die Bienen anlocken und ihnen den Weg zum Honigbehälter zeigen sollen.

Bei D. cardiopetalum DC., einer in den botanischen Gärten häufig cultivirten Art, besteht der lehnstuhlartige Apparat, obgleich er in seiner Gestalt dem der vorigen Arten sehr ähnlich ist, aus zwei Stücken, als ob das Blumenblatt von D. Ajacis, das nur an der Spitze zweitheilig ist, seiner Mittellinie nach in der ganzen Länge gespalten worden wäre. Die Rückenlehne besteht somit aus zwei dicht aneinander gelegten Theilen, deren sich berührende Ränder gegen oder sogar etwas übereinander greifen, was sich am deutlichsten an den Spitzen zeigt, welche völlig übereinander geschoben sind und sich wie zwei aufeinander liegende Löffel decken. Die Deckung folgt dabei einer bestimmten Regel, indem mit seltenen Ausnahmen die deckende Spitze auf der Seite von [illegible] und [illegible], die gedeckte auf der Seite von [illegible] und [illegible] liegt**). Entsprechend der Zusammensetzung der Rückenlehne ist auch der Sporn doppelt und zwar so, dass beide Kronsporne zusammen von dem einfachen Sporn des Kelches aufgenommen werden. Diese beiden Sporne sind [illegible] gegen ihr Ende [illegible] röhrig geschlossen, dem Ursprunge näher dagegen [illegible] geöffnet, gleichsam halbirt und mit der offenen Seite [illegible] aneinander gelegt. Aus den Seiten der Rückenlehne entspringen die flügelartigen Seitenlehnen, welche sich, ähnlich wie bei D. Ajacis, [illegible] gewölbt zusammenneigen und die inneren [illegible]. Betrachtet man die zwei Theile dieses Apparates als [illegible] Blumenblätter, so [illegible] Weise [illegible] auf der einen Seite, die der Mediane der Blüthe zugewendet ist, [illegible] begrenzt, nur an der Spitze [illegible] auf der andern (abgewendeten) [illegible] ausgebreitet. Am Grunde [illegible] auf der Innenfläche [illegible] migen Basis des Blumenblattes [illegible] habe: sie [illegible] des Blumenblattes [illegible]

*) Das entdeckte Geheimniss der Natur [illegible] der Blumen 1793 [illegible]

**) Siehe Fig. [illegible] der Taf. [illegible]

schwiele an der nach unten gekehrten Seite des offenen Theils des Sporns. Jedes Blumenblatt hat endlich drei Nerven, von denen der Mittelnerv und der innere Seitennerv (der der Mediane der Blüthe zugekehrte) den Sporn durchlaufen, ehe sie in den oberen Theil des Blumenblattes eintreten, während der äussere Seitennerv direct aufsteigt und die Secundärnerven abgiebt, welche fächerartig in die Seitenlehne eintreten. Zu diesen zwei gespornten Blumenblättern kommen aber bei D. cardiopetalum noch zwei weitere, ungespornte, welche an der Bildung des lehnstuhlartigen Apparates keinen Theil nehmen und ziemlich genau vor S^4 und S^5 inserirt sind. Sie besitzen einen schmalen, linienförmigen Nagel und breiten sich oben in eine längliche oder fast kreisrunde, etwas herzförmige Spreite aus. Bei der ersten Entfaltung der Blüthe stehen sie fast aufrecht, nachher biegen sie sich abwärts, so dass sie sich mit der Spreite über den unteren Theil der Seitenlehnen hinlegen und selbst noch einen Theil der zwei unteren Kelchblätter (S^1 und S^2) bedecken. Es findet dabei eine eigenthümliche Umdrehung des Nagels statt (auf der, vom Beschauer aus, rechten Seite der Blüthe rechts und umgekehrt), durch welche bewirkt wird, dass die Spreite ihre Oberfläche nach aussen, ihre Rückenfläche nach innen wendet.

Linné nennt die gespornten Theile der Blumenkrone Nectarien*), charakterisirt somit die Arten aus der Gruppe von D. Ajacis und Consolida durch ein Nectarium monophyllum, die übrigen durch ein Nectarium diphyllum, ein Unterschied, gegen dessen Anwendung zur Theilung der Gattung Delphinium er sich erklärt,

---

*) Die nicht gespornten Theile der Blumenkrone rechnet Linné bei den Arten, bei welchen sie einige Aehnlichkeit mit den Kelchblättern haben, wie dies bei D. cardiopetalum (peregrinum) der Fall ist, zum Kelche und bezeichnet sie, da er den Kelch als Blumenkrone betrachtet, mit dem Namen Petala; bei anderen Arten (der noch zu beschreibenden dritten Abtheilung), bei welchen sie ein von den Kelchblättern auffallender verschiedenes Ansehen haben, nennt er sie Labella. Aus dem angeführten Sprachgebrauche erklären sich Linné's Angaben von mehr als fünfblättrigen Kelchen (Blumenkronen), z. B. bei D. peregrinum „Corolla enneapetala“, in welchem Falle der Linnéischen Angabe übrigens eine abnorme Vermehrung der ungespornten Blumenblätter zu Grunde liegt, auf die ich später zurückkomme. Treviranus (de Delphinio et Aquilegia, 1817) nennt sämmtliche vier Blumenblätter, die gespornten und ungespornten, nach dem Vorgange von Gouan, Nectarien. Ueber die verschiedenen Benennungen, welche diese Theile überhaupt erhalten haben, findet man in der Abhandlung von Treviranus eine Zusammenstellung, der ich nur noch den Ausdruck Nebenkrone (paracorolla, parapetala) beifüge, der sich z. B. bei Link und Schleiden findet.

indem er unter anderem bemerkt: „Staphisagriae Rivini*) nectarium duplex, compositum in formam eandem, qua reliquae (Delphinii species) simplici nectario gaudentes superbiunt“**), eine Bemerkung, die sehr bündig das betreffende Verhalten der beiden geschilderten Gruppen ausdrückt.

Vergleicht man endlich den Bau der Blumenkrone von D. grandiflorum L., einer gleichfalls häufigen Zierpflanze der Gärten, so macht auch hier die Gestalt der Blumenkrone einen ähnlichen Eindruck, wogegen die genauere Betrachtung noch bedeutendere Abweichungen von dem Bau bei D. Ajacis zeigt, als wir bei D. cardiopetalum gefunden haben. Wie bei diesem letzteren besteht die Rückenlehne aus zwei völlig getrennten Stücken, welche sich nach unten ebenso in zwei Sporne verlängern, deren Spitzen sich nach derselben Regel übereinander schieben und decken, welche endlich eine ähnliche Beschaffenheit der Basis und einen ähnlichen Verlauf der drei Primärnerven besitzen, allein es fehlt ihnen gänzlich die einseitige Ausbreitung zur Seitenlehne, indem sie auf beiden Seiten fast geradlinig verlaufende Ränder besitzen, welche die Staubgefässe weder umschliessen, noch bedecken. Die Rolle schützender Seitenlehnen wird vielmehr hier von den zwei seitlichen, ungespornten Blumenblättern übernommen, deren kürzer gestielte, gerundete (ungetheilte), übrigens auf ähnliche Weise, wie bei D. cardiopetalum, umgedrehte (an der Basis der nach oben gewendeten Seite schwach bärtige) Spreiten sich von beiden Seiten als ein gewölbtes, in der Mitte etwas gekieltes Dach über die Befruchtungsorgane herüberlegen.

Mit dem hier geschilderten Verhalten des D. grandiflorum und seiner Verwandten stimmen auch die übrigen, noch nicht berührten Gruppen im Wesentlichen überein, wenn sie auch im Ansehen der Blumenkrone öfters bedeutender abzuweichen scheinen. So weicht z. B. die Gruppe des D. elatum und hybridum nur durch die Form, Farbe und Behaarung der seitlichen, ungespornten Blumenblätter etwas ab, indem die seitlichen Blumenblätter eine zwar übergebogene, aber die Staubblätter minder vollkommen bedeckende Spreite besitzen, welche zweispaltig ist, eine von der der Kelchblätter abweichende (schwärzliche) Farbe und stärkere, bartähnliche Behaarung hat. Am meisten weicht D. Staphisagria und einige

*) Rivin unterscheidet die Delphinien mit vier Blumenblättern, von denen zwei gespornt sind, unter dem Namen Staphisagria als eigene Gattung.

**) Richter, Codex Linnaeanus p. 527.

Blumenblätter, ein besonderes Gewicht gelegt. Seine Angabe „calcar interdum monopetalum" bezieht sich wohl auf den schon von Linné hervorgehobenen Ausnahmsfall von D. ambiguum, welche Art Decandolle nach Ansicht der Pflanze des Linné-ischen Herbariums in diese Section setzt, ohne jedoch der fraglichen Beschaffenheit des Sporns in seiner Beschreibung Erwähnung zu thun. Grenier und Godron betrachten das D. ambiguum als eine Varietät von D. peregrinum L., mit welchem sie überhaupt fast alle von Decandolle in der Section Delphinellum aufgeführten Arten vereinigen. Wenn diese Zusammenstellung richtig ist, so beruht die angebliche Einfachheit des inneren Sporns auf einem Irrthum. Ich habe von den unter D. peregrinum vereinigten Arten ausser D. cardiopetalum Dec. noch D. junceum Dec. (peregrinum L. sec. Rchb.) und D. halteratum Sib. et Sm. untersucht, bei welchen allen ich stets zwei gespornte Blumenblätter gefunden habe. Endlicher ist also jedenfalls im Irrthum, wenn er dieser Section schlechthin einen einfachen inneren Sporn zuschreibt. Die Zahl der Fruchtblätter ist 3, doch bleibt noch zu ermitteln, ob es nicht auch dieser Section angehörige Arten mit Einem Fruchtblatte giebt. Ich finde in Walper's Rep. II. p. 743 ein D. incanum Clarke aufgeführt, „nectario diphyllo, capsula solitaria", welches diesen Fall darstellen könnte.

Die dritte Section ist die artenreichste und mannigfaltigste, mit der zweiten durch die vierblättrige Blumenkrone übereinstimmend, aber durch den Mangel der seitlichen Ausbreitungen der zwei gespornten Blumenblätter verschieden. Die Behaarung der unteren ungespornten zeigt sehr verschiedene Grade und ist gewiss von geringerer Bedeutung. Die Zahl der Fruchtblätter ist gewöhnlich 3, steigt aber bei einigen Arten auf 5 und mehr. Die hierher gehörigen Arten werden sämmtlich als perennirend angegeben. Es gehören hierher ausser den an D. elatum sich anschliessenden Formen von in den botanischen Gärten verbreiteten Arten noch D. hybridum W. mit seinen Verwandten, D. grandiflorum L., D. cheilanthum Fisch., D. triste Fisch., D. tricorne Mchx., D. decorum F. et M. und das prachtvolle D. cardinale Hook.

Die vierte Section, welche Reichenbach*) wegen der glatten unteren Blumenblätter sehr unpassend mit der zweiten (unter

*) Flora germ. exc. p. 735.

dem gemeinsamen Namen Staphisagria) vereinigt, möchte ich vielmehr von der dritten nicht trennen, da weder der kurze Sporn, noch der Mangel der Barthaare, noch die grösseren Samen, noch die Dauer mir eine solche Trennung zu rechtfertigen scheinen. Die hierher gehörigen Arten: D. Staphisagria L., D. Requienii Dec. und D. pictum W. schliessen sich in der Tracht an die Arten der dritten Section innig an; sie sind nach den Erfahrungen im Berliner botanischen Garten allerdings zweijährig, indem sie, im Mai oder Juni angesäet, erst im zweiten Jahre zur Blüthe kommen. Sehr früh ausgesäet sollen sie jedoch nach Herrn Inspector Bouché zuweilen schon im ersten Jahre blühen, wodurch sich die Angabe von Wenderoth, dass D. Staphisagria (officinale W.) einjährig sei, erklärt. Wie sie sich im wilden Zustande verhalten, kann ich nicht beurtheilen. Ich schlage vor, die dritte und vierte Section Decandolle's unter dem gemeinsamen Namen Staphisagria zu vereinigen. Ueber die Frage, ob die so festgestellten drei Sectionen unter Delphinium vereinigt bleiben oder zu besonderen Gattungen erhoben werden sollen, möge das Urtheil bis zum Schlusse der Abhandlung vorbehalten bleiben.

Aus den gegebenen Beschreibungen der Blumenkrone von Delphinium ergiebt sich, dass entweder ein einziges Blumenblatt vorhanden ist, welches median nach hinten, vor S^2, steht, oder vier Blumenblätter, welche den hinteren Halbkreis der Blüthe einnehmen, so dass die zwei mittleren zusammen vor S^2, die seitlichen vor S^4 und S^5 fallen. Es ist bemerkenswerth, dass keine Art mit zwei Blumenblättern bekannt ist*), während der verwandten Gattung Aconitum regelmässig zwei Blumenblätter zukommen, welche

*) Jussieu (Gen. plant. p. 234) sagt zwar im Charakter der Gattung Delphinium: „Petala 2 (in quibusdam 1)", wogegen Treviranus (l. c. 1817) angiebt, dass er bei keiner Art „zwei Nectarien" gefunden habe. Ungeachtet der grossen Zahl der Arten, welche seit der Zeit, in welcher Treviranus seine Abhandlung schrieb, entdeckt wurden, hat seine Behauptung noch immer ihre Geltung behalten. Linné kannte 8 Arten, Treviranus (1817) 12, Decandolle führt im Prodromus (1824) bereits 53 Arten auf. In Walper's Repertorium und Annalen (bis 1853) werden zu diesen 69 weitere nachgetragen. Die fortgesetzten Annalen von C. Müller (1857) enthalten abermals 6, das in denselben noch nicht berücksichtigte 5te Heft der 2ten Reihe von Boissier's Diagnosen orientalischer Pflanzen (1857) endlich noch 3, so dass d[illegible] bekannten Arten, freilich abgesehen von den darunter begriffenen, [illegible] wenigen, unhaltbaren, bis jetzt auf 131 gestiegen ist.

nach dem Platze, den sie in der Blüthe einnehmen, den zwei mittleren Blumenblättern der Delphinien der Abtheilung Delphinellum und Staphisagria entsprechen und gleich diesen, nur in anderer Form, einen Nectar-bildenden Sporn besitzen. Ein Delphinium ohne Blumenblätter, welches Bunge aufgestellt hat*), mag wohl generisch verschieden sein.

Es ist nun die Frage zu beantworten, wie das Verhältniss der Delphinien mit einblättriger Blumenkrone zu denen mit vierblättriger aufzufassen ist, wie sich beide Fälle auf einen gemeinsamen Typus der Gattung zurückführen lassen. Eine gründliche Beantwortung dieser Frage setzt jedoch die einer anderen voraus, nämlich der Frage, wie die Blumenkrone ihrer ursprünglichen Anlage nach eigentlich beschaffen ist. Es ist eine wahrscheinlich von Batsch zuerst ausgesprochene und bis auf die neueste Zeit beliebte, fast in allen neueren beschreibenden Werken wiederholte Ansicht, dass das einfache Blumenblatt von Consolida durch Verwachsung von vier Blumenblättern entstehe und somit als eine Vereinigung der vier Blumenblätter, die in den anderen Sectionen unter sich getrennt sind, zu betrachten sei. Batsch**) spricht sich in seiner sinnreich ausgeführten Betrachtung des Rittersporns hierüber in folgender Weise aus: „Zwischen dem spornförmigen Blatte (des Kelches — nach Batsch der Blumenkrone) und den Staubgefässen befindet sich noch eine eigene blattförmige Organisation, die aber in den Arten verschieden ist. Bei der einen in den Gärten gezogenen Art, deren steife, dicke Blumen einen gerunzelten Sporn tragen (es ist wohl D. elatum gemeint), besteht sie aus vier Blättchen. Zwei derselben sitzen bloss am Blumengrunde fest, haben auf dem schwarzen Ende gelbe Härchen und stehen tiefer als die zwei anderen, die, jedes von dem anderen deutlich getrennt, sich nach hinten in eine Spitze ausdehnen, wodurch die Höhle des Sporns ausgefüllt wird. Hiernach ist es leicht, die ähnliche, jedoch auf den ersten Blick sehr abweichende Bildung in dem Feld-Rittersporn zu erklären. Diese besteht aus einem einzigen Blatte mit einer, gleichsam aus den oberen Blättchen verwachsen, eingekerbten Oberlippe und zweien Seitenlippen, die aus den Seitenblättern entstanden sind. Die Verwachsung der oberen Blätter erstreckt sich auch auf ihre Fortsetzung; es bildet

*) D. paradoxum Bunge. Annuum, monogynum, apetalum, ecalcaratum, sepalis 5 subaequalibus (Walp. Ann. I. p. 13).

**) Botanische Unterhaltungen für Naturfreunde (Jena 1793) S. 543.

sich so ein völlig einfacher Sporn, der in dem anderen des Blumenblattes wie der Degen in seiner Scheide steckt. Die letztere Organisation verhält sich zu der ersteren, wie die einblättrige Blume zu der vielblättrigen, und scheint ebenso aus ihr entstanden zu sein." Die von Batsch gegebene Erklärung liegt so nahe, erscheint so einfach, den Gestaltungsverhältnissen so angepasst, dass man sich nicht wundern darf, dieselbe, nachdem sie einige Zeit unbeachtet geblieben war, später wieder auftauchen zu sehen. Von Decandolle[1]) an, der sie schwerlich von Batsch entlehnt hat, findet sie sich fast allgemein verbreitet. Als Beleg dafür führe ich, ohne auf Vollständigkeit Anspruch zu machen, nur solche Autoren an, die mir gerade zur Hand sind: Sprengel[2]), Spenner[3]), Reichenbach[4]), Bischoff[5]), Meissner[6]), Endlicher[7]), Koch[8]), Kunth[9]), Torrey u. A. Gray[10]), E. Meyer[11]), Ledebour[12]), Wimmer[13]), Döll[14]), Grenier u. Godron[15]), G. Meyer[16]), Schleiden[17]), Kirschleger[18]), Visiani[19]), Hooker u. Thompson[20]).

---

1) Syst. nat. regni veget. I. (1818) p. 340; Prodrom. syst. nat. I. (1824) p. 51, woselbst es bei Sect. I. Consolida heisst: Petala 4 in 1 coalita. Eine noch frühere, aber etwas abweichende Auffassung Decandolle's werde ich nachfolgend anführen.

2) Syst. veget. II. (1825) p. 116. Er unterscheidet: D. monocarpa petalis confluentibus und D. tricarpa petalis liberis.

3) Flora Friburg. III. (1829) p. 1038. Petala 4, interdum inter se coalita.

4) Flora germ. exc. (1830—32) p. 735. Corolla 4 — aut coalito — 1-petala.

5) Grundriss der medic. Botanik (1831) p. 7; med.-pharm. Bot. (1847) p. 205.

6) Genera plant. (1836) p. 1. Petala 4, nonnunquam connata.

7) Genera plant. (1836) p. 849. Dass er die Blüthe verkehrt stellt, ist bereits bemerkt worden.

8) Synops. Fl. Germ. et Helv. (1837) p. 22. Corolla nectariformis, 4-petala; petala 2 superiora calcarata, vel petala omnia in unum calcaratum coalita.

9) Flora Berol. (1838) p. 26. Fast wörtlich nach Endlicher.

10) Flora of North-America I. (1838) p. 30; Asa Gray, genera of the plants of the united states I. (1848) p. 41.

11) Preussens Pflanzengattungen (1839) p. 236.

12) Flora Rossica I. (1841) p. 58.

13) Flora von Schlesien (1841) p. 18; desgl. 3te Bearbeitung (1857) p. 495.

14) Rheinische Flora (1843) p. 557. Vergleiche weiter unten.

15) Flore de France I. (1848) p. 45. Petales 4, parfois reduits à un seul par soudure ou avortement.

16) Flora Hanov. exc. (1849) p. 22. [illegible]

17) Handbuch der medic.-pharmac. Bot[illegible] [illegible]lume symmetrisch; Blüthendecke kronenartig, fünfblättrig, de[illegible] [illegible]; Nebenkrone

Eine etwas abweichende Erklärung, nach welcher die Blumenkrone bei der Abtheilung Consolida nicht aus vier, sondern nur aus zwei verwachsenen Blumenblättern abgeleitet wird, hat Decandolle in der Flore française*) gegeben; dieselbe findet sich wieder in einem Aufsatze von Wydler über die Verstäubungsfolge der Antheren**). Wenn überhaupt die Annahme einer Verwachsung sich rechtfertigen liesse, würde diese letztere Annahme durch die Vergleichung der Blumenkrone von Consolida und Delphinellum unterstützt werden können.

Einige Autoren sind nicht bei der bloss aus der Aehnlichkeit der Form und Lage gefolgerten Annahme der Entstehung der Blumenkrone von Consolida durch Verwachsung von vier oder zwei Blumenblättern stehen geblieben, sondern in der Begründung derselben auf das Gesetz der Zahl und Stellung der Blumenblätter überhaupt zurückgegangen. Sie nehmen an, dass die Blumenkrone von Delphinium, wie dies sonst der gewöhnliche Fall ist, aus einem mit dem Kelche isomeren und abwechselnden Quirl bestehe, also aus fünf Blumenblättern, von welchen das unpaare, nach unten (vorn) stehende fehlschlage, während die vier anderen in verschiedener Weise sich ausbilden, bald getrennt, bald verwachsen. Da bei einer solchen Construction dem oberen (gespornten) Kelchblatte gegenüber ein unpaares Blumenblatt nicht denkbar ist, erscheint die Annahme der Bildung desselben durch Verwachsung als eine nothwendige Folge der ursprünglichen Anordnung der Theile. Döll***) und Kirschleger (l. c.), welche diese Betrachtungsweise vertreten, nehmen an, dass bei Consolida vier Blumen-

---

vierblättrig, die oberen Blätter gespornt, in den Sporn der Blüthendecke hineinragend oder in eine einspornige Nebenkrone verwachsen.

[18]) Flore d'Alsace I. p. 21. Erklärung wie bei Döll. Vergleiche unten.

[19]) Flora Dalmatica III. (1852) p. 89.

[20]) Flora Indica I. (1855) p. 47.

*) Flore française IV. (1805) p. 915. „Pétales au nombre de 2 ou 4, savoir 2 pédicellés qui manquent dans la première section (Consolida), et 2 qui sont prolongés à leur base en 2 éperons enfilés dans l'éperon du calice; ces deux derniers pétales sont soudés ensemble dans la première section du genre."

**) Flora 1851. No. 16 S. 242, 245.

***) Rheinische Flora (1843) p. 557. „Das vordere Blumenblatt fehlschlagend, die übrigen mit den Kelchblättern abwechselnd, oft verwachsen." Eine Andeutung derselben Auffassung findet sich auch bei Endlicher (Gen. plant.), wo von einem „petalum quintum nullum" die Rede ist.

blätter ausgebildet und verwachsen sind, während nach Wydler*) die drei unteren Blumenblätter fehlschlagen, die zwei oberen sich ausbilden und verwachsen. Eine hiervon ganz verschiedene Darstellung der eigentlichen Beschaffenheit der Blumenkrone hat Payer gegeben, deren Erörterung ich jedoch noch einige Bemerkungen über die Annahme der oben genannten Autoren vorhergehen lasse.

Wenn man die im Vorausgehenden hinreichend hervorgehobenen Anhaltspunkte zu der eben dargelegten Vorstellung von der Natur der Blumenkrone der Delphinien einer Prüfung unterwirft, wird man gestehen müssen, dass sie keineswegs fest sind, denn:

A. die Aehnlichkeit in der Gestalt der einblättrigen und mehrblättrigen Blumenkrone, auf welcher vorzugsweise die Annahme von der Bildung der ersteren durch Verwachsung beruht, ist eine trügerische, wie dies schon der Umstand zeigt, dass bei den Delphinellen nur die zwei mittleren, bei vielen Arten der dritten Section (D. grandiflorum, cheilanthum) alle vier Blumenblätter die Gestalt des Einen von Consolida nachahmen. Auch die zweitheilige Spitze des Blumenblattes, ob sie gleich allen Arten der Abtheilung Consolida zuzukommen scheint, kann nicht als eine sichere Andeutung der Zusammensetzung desselben betrachtet werden, denn einerseits fehlt es durchaus an Uebergangsformen zur völligen Trennung in gesonderte Theile, anderseits findet sich Zweitheilung oder Ausrandung der Spitze auch bei den Blumenblättern vierblättriger Kronen wieder. Die beiden mittleren (gespornten) Blumenblätter finden sich z. B. an der Spitze mehr oder weniger ausgerandet bei D. elatum, pentagynum, decorum, Requienii, selbst stärker zweitheilig bei D. hybridum, triste, wogegen die Ausrandung fehlt bei D. grandiflorum, cheilanthum, tricorne, virescens und den Delphinellen. Ebenso zeigen die seitlichen Blumenblätter beide Fälle**): sie sind ungetheilt bei den Delphinellen, bei D. grandiflorum, cheilanthum und cardinale; schwach, oft kaum ausgerandet an der Spitze bei D. tricorne, Staphisagria, Requienii; stärker zweispaltig bei D. elatum, pentagynum, triste, decorum, virescens; am tiefsten gespalten bei D. hybridum (fissum W. et Kit.).

---

*) Flora 1851. No. 16. Bei Erklärung des Diagramms von D. Ajacis (Taf. III. Fig. 2) sagt er: „Krone pentamerisch, zygomorph, aber nur das obere (hintere) Paar der Petala vorhanden."

**) Decandolle gründet darauf eine weitere Unterabtheilung seiner dritten Section.

B. die Annahme einer pentameren, mit dem Kelche alternirenden Corolle entbehrt nicht bloss jeder specielleren Begründung, sondern ist auch mit der bereits beschriebenen Vertheilung der Blumenblätter, wenn sie in der Vierzahl vorhanden sind, nicht wohl in Einklang zu bringen.

Die Untersuchung über die eigentliche Beschaffenheit der Blumenkrone muss daher von neuem begonnen werden, sie muss durch neue Thatsachen einen Boden zu gewinnen suchen.

I. Die Blumenkrone mit vier ausgebildeten Blumenblättern (Delphinellum, Staphisagria).

Wie bereits früher angegeben, stehen die vier Blumenblätter in einem Halbkreise auf der Oberseite der Blüthe; die zwei gespornten fallen vor S^2, die zwei ungespornten vor S^4 und S^5. Ergänzt man den Kreis, so erhält man nicht einen fünfzähligen, sondern einen achtzähligen Quirl. Schon darnach lässt sich vermuthen, dass die wahre Zahl der Blumenblätter bei den angeführten Sectionen von Delphinium nicht 5, sondern 8 ist, eine Vermuthung, die bestärkt wird durch die Analogie von Aconitum, bei welcher Gattung man ganz gewöhnlich ausser den zwei grossen Blumenblättern noch sechs Rudimente (bei A. Napellus sehr kurze bläuliche Fädchen) findet, welche mit diesen einen achtzähligen Kreis bilden. Dass sich die fraglichen Delphinien in der Zahl der Blumenblätter ebenso verhalten, dafür sprechen die zuweilen vorkommenden abnormen Vorkommnisse wirklicher Ausbildung der gewöhnlich unterdrückten Theile der Blumenkrone, wodurch in den vollkommensten Fällen ein ringsum besetzter, und alsdann achtzähliger Blumenblattkreis entsteht. An kräftigen, cultivirten Exemplaren von D. cardiopetalum zeigten mir die untersten Blüthen der Traube nicht selten acht ausgebildete Blumenblätter, nämlich ausser den zwei oberen gespornten nicht wie gewöhnlich zwei, sondern sechs Blumenblätter von fähnchenartiger Gestalt und schön blauer Färbung. In anderen Fällen waren die sechs ausnahmsweise auftretenden Blumenblätter nicht alle in gleichem Grade entwickelt, sondern einige derselben kürzer, ohne fahnenartige Spreite, ungefärbt, somit sterilen Staubfäden ähnlich*). Den Fällen mit acht

*) Die unvollkommener entwickelten waren P^1 und P^8, deren Lage man in Fig. 4 u. 5 der Taf. XXII vergleiche.

Blumenblättern schlossen sich solche mit sieben[1]), sechs, fünf[2]) an, wobei jedoch die Lücken der nicht entwickelten stets bemerkbar waren. An den oberen, normal mit vier Blumenblättern versehenen Blüthen konnte ich dagegen keine sichtbare Spur der vier unterdrückten Blumenblätter finden. Zuweilen geht die Unterdrückung noch über das gewöhnliche Maass hinaus, so dass nur drei Blumenblätter[3]) vorhanden sind; auf zwei sah ich aber die Zahl der Blumenblätter niemals reducirt[4]).

Doch man bedarf solcher abnormen Steigerungen in der Entwicklung der Blumenkrone nicht, um des vollständigen achtzähligen Quirls ansichtig zu werden, denn einige Delphinium-Arten zeigen ihn normal, indem die vier Blumenblätter des vorderen Halbkreises in Form kurzer, staubfadenähnlicher Spitzchen auftreten. Am deutlichsten fand ich dieselben bei D. grandiflorum[5]), wo sie nur deswegen leicht übersehen werden, weil sie den Staubfäden angedrückt und wie diese von weisser Farbe sind. Zupft man sämmtliche Staubblätter sorgsam ab, so kommen sie deutlich als vier weisse Spitzchen von ungefähr $\frac{3}{4}$ Millimeter Länge zum Vorschein. Noch kleiner, aber doch deutlich, sah ich sie bei D. cheilanthum Fisch. (Hendersoni der Gärten), und Spuren derselben sah ich endlich auch bei D. triste. Eine genauere Untersuchung lebender Blüthen wird sie wahrscheinlich noch bei manchen anderen Arten erkennen lassen. Endlich war zu erwarten, dass das Studium der Entwicklung der Blüthe eine weitere und letzte Bestätigung bringen werde, und Payer's Untersuchung von D. Staphisagria und Requienii[6]) hat dieser Erwartung entsprochen. Die entwickelte Blüthe dieser Arten zeigt ausser dem normal vorhandenen Halbkreise von vier Blumenblättern keine sichtbaren Rudimente der vier fehlenden, während in der frühsten Bildungszeit der Blüthe die Krone als ein ringsum gleichmässig angelegter Kreis von acht ziemlich gleich grossen Höckern erscheint, wie dies Payer's Fig. 4 zeigt, die ein Entwicklungsstadium vor-

---

1) Das fehlende war P^8, unvollkommen entwickelt P^1 und P^3.

2) Die fehlenden waren P^1, P^6 und P^8.

3) Das ausser den zwei oberen allein vorhandene war P^7.

4) A. Brogniart sowohl als Payer haben Blüthen mit acht ausgebildeten Blumenblättern auch bei D. Staphisagria beobachtet (Ann. d. sc. nat. 3e sér. V. p. 300; Payer, Organogénie. Livr. VI p. 261).

5) Sowohl bei der gewöhnlichen Form als bei der Abart mit kleineren Blüthen, welche in den Gärten unter dem Namen D. chinense bekannt ist

6) Organogénie végét. Livr. VI (1854) p. 251, pl. 55. fig. 4.

stellt, in welchem die Staubgefässe noch nicht sichtbar sind. Seine Fig. 31 stellt ein späteres Stadium dar, welches zeigt, wie die vier oberen Blumenblätter sich vergrössern und in der Entwicklung fortschreiten, während die vier unteren in dem Zustande kleiner Höckerchen verharren, die zuletzt völlig unkenntlich werden. Payer hat in Folge dieser Beobachtung zuerst ausgesprochen, dass die Delphinien der Abtheilung Staphisagria, welche er (mit Spach) als eigene Gattung betrachtet wissen will, ursprünglich eine acht-gliedrige Blumenkrone besitzen, ein Resultat, das mit dem übereinstimmt, zu welchem ich ohne die Verfolgung der Entwicklungsgeschichte, und ehe mir Payer's Untersuchung bekannt war, gekommen war.

Ueber die Ordnung, nach welcher die acht Höckerchen des Kronenquirls aus dem centralen Bildungshügel der Blüthe (mamelon floral) hervortreten, giebt Payer (p. 251. und ebenso von Nigella p. 248) Folgendes an: Zuerst erscheinen 2 Höckerchen, welche vor S^1 stehen, dann 2 vor S^2, 2 vor S^3, endlich 1 vor S^4 und 1 vor S^5; sie folgen also der $\frac{2}{5}$ Spirale des Kelches, jedoch so, dass in der Richtung der drei ersten Kelchblätter je zwei Höckerchen neben einander, und zwar gleichzeitig, auftreten. Nichts desto weniger behauptet er (p. 250), die Blumenkrone bilde einen $\frac{3}{8}$ Cyclus. Diesen Widerspruch sucht er durch eine eigenthümliche Anwendung der Theorie des Dedoublement's*) auf den Uebergang einfacherer in complicierterе Spiralen zu erklären. Die paarweise vor den drei äusseren Kelchblättern entstehenden Blumenblätter werden gedacht als durch Dedoublement aus einfachen Blumenblättern entstanden; und von zweien auf diese Weise entstandenen Theilen wird bei Gelegenheit der Erörterung des Uebergangs dreigliedriger Quirle in fünfgliedrige ($\frac{1}{3}$ in $\frac{2}{5}$) in der Section der Ficarien (Ficaria, Anemone) behauptet, dass sie nicht in gleichem Kreise sich befinden, sondern das eine stets dem Centrum näher (also höher oben an der Blüthenachse) stehe als das andere**).

*) Multiplication nach Decandolle, lateinisch nach St. Hilaire diremptio (Leçons de Bot. 1841. p. 618).

**) Die Stelle lautet p. 254 mit einigen unwesentlichen Auslassungen wörtlich so: „Quand un pétale se dédouble en deux autres, ces deux pétales ne sont jamais aussi grands que le pétale qui reste simple, et en outre ils ne sont pas égaux entre eux, ni disposés sur le même cercle; l'un des deux est plus petit que l'autre et plus rapproché du centre de la fleur. Il en résulte que quand deux pétales intérieurs se dédoublent chacun en deux autres, le troisième restant simple, le verticille et alors composé de cinq pétales, dont deux

Nach dieser Annahme wird es denkbar, dass von zwei durch Dedoublement gebildeten Theilen der eine seine ursprüngliche Stelle in der Spirale beibehält, während der andere in einen höheren Umlauf der Spirale eintritt, wobei Ein oder mehrere zwischenliegende Blätter übersprungen werden können, und wodurch natürlich die Natur der Spirale selbst modificirt wird. Da es nicht ganz leicht ist, sich in diese von dem Erfinder derselben selbst nur angedeutete Vorstellung hinein zu denken, habe ich dieselbe auf Tafel XXIII durch die Figuren 1 und 2 anschaulich zu machen gesucht. Beide Figuren stellen die Aufeinanderfolge eines $\frac{2}{5}$ und eines $\frac{3}{8}$ Cyclus vor, und zwar so, dass die $\frac{3}{8}$ Stellung sich einfach (ohne Prosenthese) an die $\frac{2}{5}$ Stellung anreiht. Wie die Figuren zeigen, fällt hierbei das achte Glied des $\frac{3}{8}$ Cyclus in dieselbe Richtung mit dem fünften des $\frac{2}{5}$ Cyclus; das erste und siebente des $\frac{3}{8}$ Cyclus weichen nur wenig (nur um $\frac{1}{40}$) von dem ersten und vierten des $\frac{2}{5}$ Cyclus ab; das zweite und fünfte des $\frac{3}{8}$ Cyclus fallen so vor das zweite des $\frac{2}{5}$ Cyclus, dass das eine um $\frac{2}{40}$, das andere um $\frac{3}{40}$ seitlich absteht; ebenso (nur in den seitlichen Abständen umgekehrt) verhalten sich das dritte und sechste des $\frac{3}{8}$ Cyclus zum dritten des $\frac{2}{5}$ Cyclus. Will man auf dieses Verhältniss in oben erwähnter Weise das Dedoublement anwenden, so wird man zunächst das zweite und fünfte Glied des $\frac{3}{8}$ Cyclus durch Dedoublement aus dem zweiten der hypothetisch zu Grunde liegenden $\frac{2}{5}$ Spirale, ebenso das dritte und sechste durch Dedoublement aus dem dritten abzuleiten haben; in Beziehung auf das ausserdem noch erforderliche Dedoublement eines dritten Gliedes hat man, wie die Figuren zeigen, in welchen die durch Dedoublement zu erklärenden Paare durch blaue Linien vereinigt sind, die Wahl, ob man die Glieder 1 und 4 oder die Glieder 4 und 7 durch Dedoublement erklären will. Diese Zweideutigkeit fällt weg, wenn man den $\frac{5}{8}$ Cyclus in der Richtung des LW um $\frac{1}{80}$ verschiebt, d. h. wenn man ihn mit einer kleinen Prosenthese von $\frac{1}{80}$ an den $\frac{2}{5}$ Cyclus anschliesst. Alsdann fallen $2'$ und $5'$ symmetrisch (beiderseits um $\frac{5}{80}$ abstehend) vor 2; $1'$ und $4'$ vor 1 (um $\frac{3}{80}$ und $\frac{7}{80}$ abstehend); $6'$ und $3'$ ebenso über 3; $7'$ und $8'$ endlich weichen nur um $\frac{1}{80}$ von 4 und 5 ab, so dass 1, 2 und 3 des hypothetisch

---

sont plus petits que les autres et plus intérieurs. Or, n'est ce pas ainsi que sont les pétales d'une corolle à préfloraison quinconciale, c'est-à-dire dont la spirale est exprimée par la fraction $\frac{2}{5}$! N'a-t-on pas dès lors mis la main sur le procédé qu'emploie la nature pour passer de la disposition $\frac{1}{3}$ à la disposition $\frac{2}{5}$?"

dem $\frac{3}{8}$ Cyclus zu Grunde liegenden $\frac{2}{5}$ Cyclus als dedoublirt zu betrachten sind. Will man auf analoge Weise aus einem $\frac{3}{8}$ Cyclus durch Dedoublement einen $\frac{5}{13}$ Cyclus ableiten, so muss man das zweite, dritte, vierte, fünfte und sechste Glied des $\frac{3}{8}$ Cyclus dedoubliren, wodurch man $2' + 7'$, $3' + 8'$, $4' + 9'$, $5' + 10'$, $6' + 11'$ des $\frac{5}{13}$ Cyclus bekommt. Von den drei nicht dedoublirten Gliedern bleibt $1 = 1'$, 7 wird $12'$, 8 wird $13'$. Eine Zeichnung, analog der des Uebergangs von $\frac{2}{5}$ in $\frac{3}{8}$, wird dies leicht vergegenwärtigen.

Es ist nicht meine Absicht, die ganze Lehre vom Dedoublement, deren Grund von Decandolle gelegt wurde, die von Dunal, Moquin-Tandon und Aug. St. Hilaire weiter ausgebildet und zuletzt von Payer auf eigenthümliche Weise erweitert wurde, einer umfassenden Prüfung zu unterwerfen. Um dies zu thun, müsste ich, bei der Verschiedenartigkeit der Erscheinungen, welche man durch dieselbe zu erklären gesucht hat, auf Erörterungen eingehen, die dem vorliegenden Gegenstande völlig fremd sind. Ich beschränke mich daher auf die Beurtheilung der Anwendung, welche Payer dieser Lehre durch Ableitung complicierterer Blattstellungs-Cyclen aus einfacheren gegeben hat. Wenn man diese Anwendung consequent durchführen will, so muss man nicht bloss in den Blüthen, sondern auch am vegetativen Pflanzenstock alle complicierteren Blattstellungen durch Dedoublement aus einfacheren, und die einfacheren zuletzt aus den einfachsten ableiten. Die Kette der gewöhnlichen Blattstellungen:

$$\frac{0}{1}, \frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{2}{5}, \frac{3}{8}, \frac{5}{13}, \frac{8}{21}, \frac{13}{34}, \frac{21}{55} \text{ u. s. w.}$$

zeigt dabei den Weg. Es würde also z. B. die $\frac{21}{55}$ Stellung in ihrer Entstehung dadurch erklärt werden, dass von 34 Gliedern der $\frac{13}{34}$ Stellung 21 dedoublirt würden; die $\frac{13}{34}$ Stellung ihrerseits würde durch Dedoublement von 13 Gliedern der $\frac{8}{21}$ Stellung erklärt, und so der Reihe nach rückwärts bis zur $\frac{1}{3}$ Stellung, die durch Dedoublement Eines der zwei Glieder der $\frac{1}{2}$ Stellung, und endlich der $\frac{1}{2}$ Stellung, die durch Dedoublement des einzigen Gliedes der $\frac{0}{1}$ Stellung erklärt werden müsste. Hat nach dieser Annahme das einzelne Stellungsverhältniss nicht als solches, sondern immer nur im vorausgehenden seine Realität, und dieses wieder nur im vorausgehenden, bis zum letzten und einfachsten, so müssen alle, auch die compliciertesten Blattstellungsverhältnisse, als potenzirte Dedoublements der $\frac{0}{1}$ (nach LW $\frac{1}{1}$) Stellung betrachtet werden. Denkt man sich unter dem Dedoublement eine wirkliche Theilung einer ursprünglich einigen Blattanlage, so muss man hiernach auch anneh-

men, dass alle Blattstellungs-Cyclen, wie viele Glieder sie auch haben mögen, durch Theilung einer einzigen Blattanlage entstehen, so dass z. B., um eine $\frac{21}{55}$ Stellung zu erzeugen, eine einfache Blattanlage zuerst in 2 gegenüberliegende zerfiele, und diese zwei durch wiederholte Theilung nach der angegebenen Regel successiv in 3, 5, 8, 13, 21, 34 und endlich 55 sich vervielfältigten, bis endlich die als Resultat dieses Prozesses entstandenen Blattanlagen letzter Ordnung zur Ausbildung gelangten. Man wird schwerlich geneigt sein, diese Consequenzen zu ziehen, sondern vielmehr behaupten, das Dedoublement bestehe nur darin, dass zwei (oder mehrere) Blätter die Stelle Eines Blattes vertreten, ihrer Lage nach den Werth Eines Blattes besitzen, wenn sie auch der sichtbaren Anlage nach von Anfang an gesondert seien. Hiermit hört man auf, das Dedoublement als einen wirklichen organischen Vorgang, als einen nachweisbaren Act der Entwicklung zu betrachten und versetzt es in das Gebiet der idealen Bestimmungen, nach welchen die Pflanze sich gestaltet. Kann man aber den äusseren Nachweis nicht liefern, dass die Complicierung der Blattstellungsverhältnisse auf die angedeutete Weise durch Dedoublement bewerkstelligt wird, so muss um so mehr verlangt werden, dass die innere Nothwendigkeit einer solchen Anschauungsweise gezeigt werde. Ich überlasse es den Vertheidigern dieser Lehre, den einen oder anderen Beweis zu geben, indem ich dafür halte, dass das Factische, was derselben zu Grunde liegt, einfach darin besteht, dass bei der Aufeinanderfolge verschiedenartiger Cyclen, von denen der folgende zahlreichere Glieder hat, als der vorausgehende, an gewissen Stellen zwei Blätter des folgenden Cyclus mit Einem des vorausgehenden in ihrer Richtung so zusammentreffen, dass man sie als paarweise demselben opponirt betrachten kann. Die Annahme, dass solche zwei Blätter, die in verschiedenen Höhenabständen an der Achse sich befinden, die verschiedenen Umläufen der Spirale angehören und, der Höhe der Insertion nach, durch Ein oder mehrere zwischenliegende Blätter getrennt sein können, ursprünglich zusammengehören, gleichsam Theile eines gespaltenen Blattes seien, scheint mir eine der unnatürlichsten Hypothesen, die in der Botanik ersonnen worden sind.

Aber, wird man einwenden, es handelt sich hier nicht bloss um eine Hypothese; die Ordnung, in welcher die acht Höckerchen des Blumenkronenquirls nach der Beobachtung von Payer hervortreten, giebt uns ja ein sichtbares Beispiel, wie ein achtzähliger Quirl nach der $\frac{2}{5}$ Stellung sich bilden kann. Gegenüber dieser

Angabe befinde ich mich freilich in der unangenehmen Lage, die Richtigkeit einer Beobachtung bezweifeln zu müssen, ohne derselben eigene Beobachtungen entgegenstellen zu können; allein einerseits sagt Payer selbst*), dass die Beobachtung dieser Aufeinanderfolge besondere Schwierigkeiten habe, und anderseits sind seine Darstellungen, wie ich bei Betrachtung des Staubblatt-Systems zeigen werde, nicht überall so durchaus richtig, dass man nicht vermuthen dürfte, er habe sich hier unter dem Einflusse einer vorgefassten Meinung geirrt. Wenn der achtgliedrige Quirl der Blumenkrone wirklich ein $\frac{3}{8}$ Cyclus ist, wofür ich nachfolgend die Gründe anführen werde, so beruht die Angabe Payer's, dass die Höcker vor den drei ersten Kelchblättern sich paarweise folgen, wonach z. B. die beiden Höcker für P^1 und P^4 vor S^1**) gleichzeitig entstehen und beide unterscheidbar sein müssten, ehe von den Höckern für P^2 (vor S^2) und P^8 (vor S^3) etwas zu sehen wäre, wie man fast mit Gewissheit behaupten kann, auf einem Irrthum***).

Payer hat die Gründe nicht besonders hervorgehoben, warum er die achtgliedrige Blumenkrone der Delphinien für einen $\frac{3}{8}$ Cyclus hält, doch scheint aus dem Zusammenhange hervorzugehen, dass er zu dieser unzweifelhaft richtigen Annahme hauptsächlich durch die Anordnung der nachfolgenden Theile (der Staubblätter) geleitet wurde. Die Blumenkrone an und für sich zeigt in ihrem ausgebildeten Zustande nur noch eine Andeutung der ursprünglichen Ordnung ihrer Theile in der Deckung der Spitzen der zwei oberen Blumenblätter, welche in der Regel (jedoch nicht ohne Ausnahmen) eutopisch ist. P^2 deckt P^5, wie die Figuren 4—6 auf Taf. XXII und die Figur 3 auf Taf. XXIII zeigen. Die beiden seitlichen Blumenblätter dagegen, welche der Ordnung nach bedeckt sein müssten, schlagen sich durch ihre Drehung heraus und bedecken die Ränder der mittleren, wenn diese anders (wie namentlich bei der Section Delphinellum) so erweitert sind, dass überhaupt eine Deckung stattfinden kann.

---

*) Bei Nigella, p. 248.

**) Vergl. Fig. 1 auf Taf. XXIII, sowie Fig. 4 u. 5 auf Taf. XXII.

***) Sollte sich wider Erwarten die Angabe Payer's bestätigen, so würde auch dies noch kein Beweis sein, dass die erste Anlage der Blumenblätter nach $\frac{2}{5}$ und nicht direct nach $\frac{3}{8}$ geschieht, denn das Erscheinen der Höcker ist keineswegs das erste Stadium der Bildung der Blüthentheile.

Es ist endlich noch die Frage zu beantworten, wie sich der $\frac{3}{8}$ Cyclus der Corolle an den $\frac{2}{5}$ Cyclus des Kelches anschliesst. In den Figuren 4 — 6 der einen und Figur 3 der anderen Tafel habe ich den Anschluss ohne Prosenthese angenommen. Wie die Figuren zeigen, weicht die Blumenkrone bei dieser Construction etwas weniges von der symmetrischen Lage, welche sie in Wirklichkeit zu haben scheint, ab, allein die Abweichung ist so gering, dass eine Ausgleichung derselben durch die blosse Ausbildung der Theile denkbar ist*). Will man sich hierbei nicht beruhigen, so muss man annehmen, dass der Uebergang mit einer kleinen Prosenthese geschieht, nämlich mit $\frac{5 + \frac{\frac{1}{2}}{5}}{8}$, wodurch der ganze Quirl der Corolle nach LW um $\frac{1}{80}$ verschoben wird und in die genau symmetrische Stellung eintritt.

II. Die Blumenkrone mit Einem Blumenblatte (Consolida).

Ich gehe nun zur Erörterung der Frage über die Natur der einblättrigen Blumenkrone der Abtheilung Consolida über. Die beliebte Annahme, dass dieselbe aus zwei oder vier verwachsenen Blumenblättern gebildet sei, hat, wie schon gezeigt, keinen festen Boden, und der Umstand, dass niemals eine Auflösung oder Spaltung des Einen Blumenblattes in mehrere, niemals ein Uebergang in die Form der vierblättrigen Blumenkrone beobachtet worden ist, spricht gegen die Richtigkeit derselben. Das vorhandene Blumenblatt steht dem zweiten Kelchblatte gegenüber; ergänzt man den Kreis, dessen einzigen entwickelten Theil es darstellt, auf die einfachste, einerseits der Stellung der Kelchblätter, anderseits der der Staubblätter entsprechende Weise, so erhält man eine fünfzählige Blumenkrone, deren Theile den Kelchblättern opponirt sind. Die nachfolgende Beschreibung der Anordnung der Staubblätter wird zeigen, dass jede andere Annahme ausserhalb der Grenzen der Wahrscheinlichkeit liegt, während die soeben ausgesprochene sowohl durch zahlreiche Fälle ausnahmsweise vorkommender Entwicklung mehrerer Blumenblätter, als auch durch die Entwicklungsgeschichte bestätigt wird.

---

*) Bei Nigella, wo der Einfluss der Zygomorphie wegfällt, ist die Anschliessung des $\frac{3}{8}$ Cyclus der Corolle ohne Prosenthese unzweifelhaft.

Ich habe bis jetzt in der Abtheilung Consolida ein normales Vorkommen der Rudimente der unterdrückten Blumenblätter (analog dem Vorkommen bei D. grandiflorum) nicht beobachtet, bemerke jedoch, dass ich bloss D. Ajacis in dieser Beziehung lebend genau untersucht habe; dagegen ist eine abnorme Entwicklung, wenn auch nicht aller, doch eines Theiles der fehlenden Blumenblätter, keine Seltenheit. Eine grosse Zahl derartiger Fälle habe ich an D. Ajacis zu verschiedenen Zeiten und in verschiedenen Gärten beobachtet. Bei übrigens normalen und in gewöhnlicher Weise mit zwei Vorblättern versehenen Blüthen, und zwar am häufigsten bei den untersten des Blüthenstandes, zeigt der Kelch zuweilen einen zweiten Sporn, der in allen Fällen dem fünften Kelchblatte angehört (Taf. XXII Fig. 2). Derselbe erreicht nie die Grösse des normalen Sporns von S^2, ist manchmal sehr klein ($\frac{1}{2}$--$1\frac{1}{2}'''$ lang), und alsdann leer und runzelig, manchmal grösser, und alsdann gewöhnlich den Sporn eines zweiten Blumenblattes aufnehmend. Dieses abnorm auftretende zweite (in Fig. 2 mit 5 bezeichnete) Blumenblatt habe ich nie an einer anderen Stelle als vor S^5 gesehen; es ist an Grösse und Gestalt dem normalen vor S^2 ähnlich, mit Ausnahme der Spitze, welche ich (bei den Blüthen, von welchen hier die Rede ist) stets nicht ausgerandet, sondern ungetheilt gefunden habe. Dasselbe ist von der Seitenlehne des normalen Blumenblattes umfasst und bedeckt, oder umgekehrt, dasselbe deckend, somit (die Blumenkrone als $\frac{2}{5}$ Cyclus betrachtet) im ersteren Fall eutopisch, im letzteren, der der minder häufige ist, metatopisch *).

Die merkwürdigsten Fälle des Auftretens mehrerer Blumenblätter kommen jedoch an den obersten Blüthen von D. Ajacis, an den scheinbaren Gipfelblüthen, vor, welche nicht selten eine schon von Weitem bemerkbare abnorme Bildung zeigen, indem sie, mit zwei bis drei Spornen und eben so vielen Blumenblättern versehen, ein volleres Ansehen erhalten. Bei der ersten Auffindung solcher Blüthen glaubte ich in der That nicht bloss scheinbare, sondern wirkliche Gipfelblüthen mit Neigung zur Pelorienbildung gefunden zu haben, zumal ich unterhalb derselben statt der drei Hochblätter (dem Tragblatte und den zwei Vorblättern), welche allen seitlichen Blüthen zukommen, nur ein oder zwei kleine Blätt-

*) Unter sechs aufgenommenen Fällen war die Deckung der zwei Blumenblätter viermal eutopisch, zweimal metatopisch.

chen fand. Der Umstand jedoch, dass diese abnormen Blüthen, ebenso wie die scheinbaren Gipfelblüthen von normalem Bau, bald homodrom, bald antidrom zur Blattstellung der Hauptachse sich verhalten, widerlegt den Anschein der Gipfelständigkeit, und die geringere Zahl der vorausgehenden Blättchen erklärt sich dadurch, dass es Blüthen sind, die statt zweier Vorblätter nur Eines oder selbst gar keines besitzen*). Es tritt also hier die merkwürdige Erscheinung ein, dass an der letzten Blüthe der Traube die normale Zahl der Vorblätter sich vermindert, oder, was dasselbe ist, dass eines der Vorblätter oder selbst beide schon als Blüthentheile erscheinen. Dadurch wird natürlich die relative Stellung der Kelchtheile zur Achse eine andere; andere Kelchblätter fallen nach oben und übernehmen die Spornbildung; andere Blumenblätter kommen zur Ausbildung, und so geben diese Blüthen den besten Beweis, dass die verschiedene Ausbildung des Kelches nach oben und unten, sowie die einseitige Entwicklung der Blumenkrone nicht durch die Ordnungsfolge der Blüthentheile, sondern durch die Beziehung der Blüthe zur Achse bestimmt wird. Den Uebergang zu dieser Verminderung in der Zahl der Vorblätter bilden solche Blüthen, welche zwar zwei Vorblätter besitzen, von denen jedoch das eine (β) schon ganz dicht am Kelche steht und selbst kelchblattartige Beschaffenheit annimmt, d. h. grösser, breiter und gefärbter wird. In einem extremen Fall dieser Art, in welchem das Vorblatt β an Grösse und Färbung den eigentlichen Kelchblättern fast ganz gleich kam, hatte dieses sogar einen kleinen ($2\frac{1}{2}'''$ langen) leeren Sporn, während das ihm fast genau opponirte Kelchblatt (S^5) an dem nach unten gewendeten Rande blumenblattartig afficirt erschien, indem es in einen hellblauen, seitenlehnenartigen Flügel ausgebreitet war. Wird der Uebergang des Vorblattes β in ein Kelchblatt und der des S^5 in ein Blumenblatt vollkommen, so entsteht der nun näher zu beschreibende Fall einer Blüthe mit Einem Vorblatte.

Alle nur mit Einem Vorblatte versehenen Blüthen, welche ich untersucht habe, stimmen darin überein, dass sie mit zwei ungleich lang gespornten Kelchblättern und ebenso mit zwei diesen opponirten, gespornten Blumenblättern versehen sind (Taf. XXIII Fig. 4). Eine weitere Eigenthümlichkeit derselben besteht darin, dass ihre Stellung zur Achse keine symmetrische ist, indem (wie

*) Unter 11 derartigen Blüthen waren 7 antidrome und 4 homodrome; 8 mit Einem, 3 ohne Vorblatt.

die Figur zeigt) S^1 (das dem Vorblatte β der normalen Blüthe entspricht) um $\frac{3}{20}$, S^3 (dem S^2 der normalen Blüthe entsprechend) um $\frac{1}{20}$ seitlich von der Mediane liegt, eine Lage der Theile, die man erhält, wenn der Uebergang von dem einzigen vorhandenen (wie sonst genau seitlichen) Vorblatte zum Kelche ohne Prosenthese gemacht wird. S^1 nimmt also nicht ganz dieselbe Stelle ein, welche es einnehmen würde, wenn es Vorblatt β geblieben wäre; es ist aus dem $\frac{1}{2}$ Cyclus der Vorblätter aus- und in den $\frac{3 \vee 2}{5}$ Cyclus der Kelchblätter eingetreten, wobei jedoch der Uebergang zum Kelche in eigenthümlicher Weise geschieht. Wäre nämlich der Uebergang von dem Einen Vorblatte zum Kelche ebenso beschaffen, wie der vom Vorblätterpaar der normalen Blüthe, d. h. durch $\frac{3. + \frac{1}{2}}{5}$ vermittelt, so würden S^1 und S^3 gleich weit von der Mediane abstehen (jederseits um $\frac{1}{10}$), die Blüthe hätte alsdann eine symmetrische Stellung, aber in umgekehrter Weise der normalen, nämlich mit einem Paar von Kelchblättern (S^1 und S^3) nach oben, einem unpaaren (S^2) nach unten. So ist es aber entschieden nicht; die Stellung des Kelches ist schief; es ist als ob die Blüthe strebte, wie im normalen Fall, Ein Kelchblatt nach oben zu stellen, ohne es jedoch ganz erreichen zu können. Es stehen somit zwei Kelchblätter nach oben, das eine jedoch der Mitte näher als das andere, und dieser Lage der Kelchblätter entspricht auch ihre Ausbildung; es werden zwei Kelchblätter gespornt, aber der Sporn des einen, der Mediane näheren (S^3), ist grösser, der des anderen, der Mediane ferneren (S^1), ist kleiner. Dem Auftreten zweier gespornter Kelchblätter entspricht das zweier Blumenblätter, von denen jedes einen Sporn besitzt, der in den entsprechenden Kelchsporn eindringt, und welche auch im Uebrigen beide die Gestalt des normalen Blumenblattes von D. Ajacis besitzen, selbst bis auf die zweitheilige Spitze und Beaderung. Seltener zeigte das mehr seitliche Blumenblatt vor S^1 eine ungetheilte Spitze; nur einmal sah ich die Spitze bei beiden ungetheilt*). Diese zwei Blumenblätter greifen mit den sich zugewendeten Seitenflügeln übereinander, und zwar stets so, dass das Blumenblatt vor S^1 das vor S^3 deckt, was, wenn man annimmt, dass die $\frac{2}{5}$ Stellung des Kelches sich in die Blumenkrone fortsetzt, der eutopischen Deckung entspricht.

*) Unter acht Fällen fand ich viermal beide Blumenblätter zweitheilig, dreimal das vor S^1 ungetheilt, einmal beide ungetheilt.

Weit seltener*) sind die Fälle scheinbarer Gipfelblüthen ohne Vorblätter (Taf. XXIII Fig. 5); ihr Bau ist nicht minder bestimmt und eigenthümlich, indem sie drei gespornte Kelchblätter, sowie drei mit ihren Spornen in diese eindringende Blumenblätter besitzen. Die Blüthe hat eine symmetrische Stellung, und zwar so, dass drei Kelchblätter (S^1, S^2 und S^4) auf die Oberseite, zwei Kelchblätter (S^3 und S^5) auf die Unterseite der Blüthe fallen, eine Stellung, welche man erhält, wenn man die $\frac{2}{5}$ Spirale des Kelches vom Tragblatte aus mit $\frac{3 + \frac{1}{2}}{5}$ einsetzt, was der gewöhnlichen Einsetzung fünfzähliger Blüthen ohne Vorblätter entspricht. Die drei oberen Kelchblätter sind gespornt; der Sporn des mittleren (S^4) ist länger als der der seitlichen. Die drei Blumenblätter waren, was ich nur für einen sonderbaren Zufall halten kann, in allen beobachteten Fällen am Grunde verwachsen; die beiden vor S^2 und S^4 stehenden so weit, dass die anstossenden Seitenlehnen sich völlig vereinigten, während das Blumenblatt vor S^1 nur an der Basis mit dem vor S^4 zusammenhing, so dass die frei entwickelten Seitenlehnen sich übereinander schoben, und zwar metatopisch, indem die des letzteren in der Deckung die äussere war (Fig. 5). Jedes Blumenblatt hatte übrigens seinen besonderen Sporn. Die Spitze fand ich in zwei Fällen getheilt an dem Blumenblatte vor S^2, ungetheilt bei den zwei anderen Blumenblättern; in einem Fall fand ich die Spitzen aller drei Blumenblätter ungetheilt.

Alle diese Fälle abnormer Vermehrung der Blumenblätter zeigen, dass die Blumenkrone dem Kelche opponirt ist, dass sie also, wenn vollständig, einen fünfzähligen, ohne Zweifel, ebenso wie der Kelch, durch $\frac{2}{5}$ Stellung gebildeten Quirl bilden muss. Dies scheint nach Payer, dem einzigen Autor, der die Corolle der Abtheilung Consolida richtig aufgefasst hat, durch die Entwicklungsgeschichte bestätigt zu werden, wiewohl seine Angaben auch hier wieder in einer Weise von der Theorie des Dedoublement's afficirt sind, die schwerlich ganz mit der Natur übereinstimmt**). Es sollen sich nämlich bei D. divaricatum, ähnlich wie bei D. Staphisagria, als erste Anlage der Blumenkrone paarige Höcker vor S^1, S^2 und S^3, dagegen einfache Höcker vor S^4 und S^5 bilden. Die zwei Höcker vor S^2 sollen jedoch sogleich nach ihrer

---

*) Ich fand diesen Fall nur an drei Blüthen.

**) Payer, l. c. p. 251, pl. 56. fig. 35, 36.

Entstehung sich vereinigen und zu einem einzigen Blumenblatte ausbilden, während alle anderen bald nach ihrer Entstehung wieder verschwinden. Ein Dedoublement soll demnach hier zwar angedeutet sein, aber nicht zur Durchführung kommen, weshalb der Kreis der Blumenkrone auch nicht als achtzählig, sondern als fünfzählig, das entwickelte Blumenblatt nicht als ein aus zwei verwachsenen gebildetes, sondern als ein einfaches betrachtet wird*). Ich will nicht bezweifeln, dass das Blumenblatt vor S^2 in Form eines Doppelhöckers entsteht, allein ich kann daraus keinen anderen Schluss ziehen, als dass die Zweitheilung der Spitze dieses Blumenblattes schon in der frühsten Bildungsgeschichte wahrnehmbar ist. Die übrigen zuweilen zur Ausbildung kommenden Blumenblätter haben, wie ich gezeigt habe, bald eine zweitheilige, bald eine einfache Spitze und werden in dem letzteren Fall auch wohl als einfache Höcker entstehen; dass aber regelmässig die Blumenblätter vor S^1 und S^3 als doppelte, die vor S^4 und S^5 als einfache Höcker entspringen, halte ich nach der von mir beobachteten Wandelbarkeit im Vorkommen einfacher und zweitheiliger Spitzen der Blumenblätter nicht für wahrscheinlich, und selbst wenn es normal sich so verhielte, könnte ich darin nicht mehr als eine zufällige Aehnlichkeit mit der Entstehung der achtzähligen Blumenkrone in der Abtheilung Staphisagria finden.

Der für die Erforschung des Blüthenbaues wichtigste Theil der Rittersporn-Blüthe ist das Staubblatt-System (Androcaeum), das innerhalb der Grenzen der Gattung noch bedeutendere Verschiedenheiten zeigt als die Corolle, und dessen richtige Auffassung auch auf die vorausgehenden Abschnitte der Blüthe noch ein helleres Licht wirft. Die Veränderlichkeit spricht sich hier zunächst in der Zahl der Staubblätter aus, welche nicht nur bei verschiedenen Arten verschieden, sondern selbst bei derselben Art einem mehr oder minder grossen Wechsel unterworfen ist. Bei D. Ajacis fand ich 13—17 Staubblätter, am häufigsten 15; ebenso bei D. orientale 15—16; bei D. tenuissimum 15; D. Consolida 13—17, häufig 16; D. peregrinum (junceum Dec.) 16; D. cardiopetalum 13—19; D. tricorne 17—21; D. Requie-

*) „Il me semble naturel de regarder le pétale éperonné des D. Consolida et divaricatum, qui, commençant à l'origine à se dédoubler, n'a pas continué dans cette voie, comme un seul pétale et non comme la réunion de deux." Payer, l. c. p. 252.

nii 25—29, am häufigsten 27 oder 28; D. virescens Nutt. 27; D. decorum 27—31; D. elatum 25—32, am häufigsten 27 oder 28; D. cheilanthum 29—32; D. grandiflorum 27—37, häufig 34; D. triste 34; D. hybridum 36; D. Staphisagria 38—40; D. pentagynum 41*).

Die Unbestimmtheit der Zahl steht in engster Verbindung mit einer Eigenthümlichkeit der Anordnung: die Staubblätter bilden keine geschlossenen Kreise, keine Quirle, sondern folgen sich in einer Spirale, deren Cyclen nicht abgesetzt und daher bedeutungslos sind, so dass die Spirale in beliebiger Ausdehnung fortgeführt und mit jedem Gliede abgebrochen werden kann**). Dazu kommt jedoch ferner, dass die spiralige Anordnung selbst nicht bei allen Arten die gleiche ist, sondern Verschiedenheiten zeigt, die der Rittersporn-Blüthe ein besonderes Interesse geben, und die zugleich charakteristisch für die Sectionen der Gattung sind.

I. Das Staubblatt-System von Consolida.

Ich beginne mit der Abtheilung Consolida, welche die einfachste Anordnung der Staublätter besitzt. Die von mir untersuchten Arten dieser Abtheilung, D. Ajacis, D. orientale und D. Consolida, zeigen sämmtlich fünf deutliche Reihen von Staubblättern, welche dem Anschein nach eine mit den Kelchblättern (und Blumenblättern) abwechselnde Lage haben, in Wirklichkeit aber, wie Payer von D. divaricatum richtig angiebt***), den

*) Wo ich nur Eine Zahl angebe, habe ich die Staubblätter nur an wenigen, oft nur an Einer Blüthe gezählt.

**) Die Bestimmtheit der Zahlenverhältnisse, welche die Mehrzahl der Blüthen der höheren Gewächse charakterisirt, beruht überall auf der Bildung abgeschlossener Cyclen oder Quirle, welche selbst wieder in bestimmter Zahl zum Ganzen der Blüthe vereint sind. Ist die Zahl der Quirle unbestimmt, so ist zwar das Zahlenverhältniss in diesen, nicht aber in der ganzen Blüthe oder dem betreffenden System derselben beständig, wofür Aquilegia ein schon vor 22 Jahren von Roeper (Verhandl. der naturf. Gesellsch. zu Basel. 1834—35. p. 28) beschriebenes Beispiel giebt. Alle Quirle sind bei dieser Gattung fünfzählig und alternirend, aber die Zahl der Staubblatt-Quirle ist veränderlich. Bei A. vulgaris findet man deren 8, 9, 10 oder 11, somit 40, 45, 50 oder 55 Staubblätter. Diese merkwürdige Thatsache hat Payer in seiner Entwicklungsgeschichte der Aquilegien-Blüthe (Organog. vég. p. 246) übersehen.

***) Organog. vég. p. 251, pl. 56. fig. 36. Nach der Erklärung, welche Payer von dieser Figur giebt, bezeichnet der zweilappige Höcker vor S^2 das zur Ausbildung kommende Blumenblatt; die übrigen Höcker, deren man über S^1 noch

Kelchblättern (wenigstens nahezu) entgegengesetzt sind. Die scheinbar abwechselnde Lage ist in einer später zu erörternden Schiefstellung der Reihen begründet, durch welche sie von ihrem Ausgangspunkte abgelenkt und in die Intervalle der Kelchblätter hereingebogen werden*). Sieht man von dieser Drehung ab, so wird man geneigt sein, die ganze, aus fünf Zeilen von Organen bestehende Blüthe in ihrer tactischen Grundlage aus einer ununterbrochenen (nicht durch Prosenthesen in alternirende Cyclen getheilten) $\frac{3 \vee 2}{5}$ Stellung zu erklären. Diese Stellung ist es, welche der Kelch durch die Deckung seiner Theile anzeigt, auf welche weniger deutlich die Blumenkrone bei vermehrter Zahl der zur Ausbildung kommenden Theile hinweist, und für welche wir endlich im Staubblatt-System die entschiedensten Beweise finden werden.

Es ist bereits bemerkt worden, dass die Zahl der Staubblätter bei derselben Art nicht immer dieselbe ist; vergleicht man Blüthen mit verschiedener Zahl, wozu besonders D. Consolida geeignet ist, so überzeugt man sich, dass die Vermehrung der Zahl der Ordnung der $\frac{2}{5}$ Stellung folgt. So zeigen Blüthen mit 13 Staubblättern in den Reihen vor S^1, S^2 und S^3 je 3, in den Reihen vor S^4 und S^5 nur je 2 Staubblätter; steigt die Zahl auf 14, so kommt ein drittes Staubblatt in der Reihe vor S^4 hinzu; bei 15 Staubblättern erhält die Reihe vor S^5 ein drittes Staubblatt, so dass nun alle Reihen dreigliedrig sind (Taf. XXII Fig. 1, 2). Steigt die Zahl auf 16, so ist es die Reihe vor S^1, welche 4 Staubblätter erhält (Fig. 3); steigt sie auf 17, so wird das hinzukommende Staubblatt der Reihe vor S^2 beigefügt. Alle diese Fälle sind bei D. Consolida häufig und beruhen nicht auf theilweiser Verkümmerung eines der Anlage nach gleichzähligen Staubblatt-Systems, sondern auf einer mehr oder minder weit in der gegebenen Ordnung fortschreitenden Bildung, wie dies die spätere Betrachtung

drei, über S^4 und S^5 je vier sieht, werden für Stamina erklärt, indem die nicht zur Ausbildung kommenden Höcker der Blumenkrone schon wieder verschwunden sein sollen. Dies ist, wie die gegenseitige Stellung dieser Höcker selbst beweist, eine falsche Erklärung; der je unterste Höcker der Reihe vor S^4 und S^5 ist kein Staubblatt, sondern das noch nicht verschwundene Blumenblatt. Fig. 37 derselben Tafel, ein späteres Stadium darstellend, ist in Beziehung auf die Zahl der Reihen der Staubblätter und die Zahl der Theile in den Reihen durchaus unklar.

*) Der von Wydler (Flora 1851. Taf. III. Fig. 2) gegebene Grundriss von D. Ajacis ist, in Verbindung mit dem früher über die Corolle (S. 329) Bemerkten, darnach zu berichtigen.

der Stellung des Fruchtblattes zeigen wird. D. Ajacis und D. orientale zeigen denselben Zahlenwechsel der Staubblätter wie D. Consolida; allein die grosse Mehrzahl der Blüthen hält an der Zahl 15 (3 in jeder Reihe) fest, so dass die anderen Zahlen mühsamer gesucht werden müssen, namentlich sind die Zahlen 16 und 17 bei normalen Blüthen dieser Arten höchst selten, während dagegen bei den abnormen Blüthen mit Einem Vorblatte gewöhnlich 16 (Taf. XXIII Fig. 4), bei den Blüthen ohne Vorblatt 17 Staubblätter (Fig. 5) auftreten, eine Eigenthümlichkeit, die bei der Betrachtung der Stellung des Fruchtblattes ihre Erklärung finden wird.

Ich kann hier nicht umhin, zu bemerken, dass Payer's Angaben über D. Consolida*) mit meinen Beobachtungen nicht übereinstimmen. Während er nämlich dem D. divaricatum Ledeb. einer caucasischen, mit D. Consolida sehr nahe verwandten Art, eine fünfreihige Anordnung der Staubblätter zuschreibt, wie ich sie soeben beschrieben habe, sagt er von D. Consolida, das Staubblatt-System sei aus acht Reihen zusammengesetzt, die durch eine Spirale erzeugt würden. Ich kann dem entgegen nur versichern, dass es mir, ungeachtet ich sehr viele Blüthen von D. Consolida untersucht habe, nicht gelungen ist, eine solche mit achtreihiger Anordnung der Staubblätter zu finden, weshalb ich geneigter bin zu glauben, dass Payer sich in der Bestimmung der Species geirrt habe, als anzunehmen, dass D. Consolida in der Anordnung der Staubblätter in so auffallender Weise abändere. Wie sich aber auch dieser Zweifel in der Folge aufklären möge, so behält die Beobachtung von Payer ein besonderes Interesse, da sie auf einen innigeren Zusammenhang der Abtheilung Consolida mit der folgenden hinzudeuten scheint. Eine andere abweichende Angabe über die Stellung der Staubblätter von D. Consolida findet sich bei Döll**), welcher die Abtheilung Consolida weiter theilt in Arten mit fünf vor den Kelchblättern stehenden Zeilen von Staubgefässen (D. Ajacis und D. orientale) und solche mit spiralig geordneten Staubgefässen (D. Consolida). Unter spiraliger Anordnung kann hier nur eine complicirtere Spiralstellung, welche keine augenfälligen Zeilen erzeugt, verstanden sein. Ich kann diese Angabe nur für einen Irrthum halten, der vielleicht durch Untersuchung trockener Blüthen entstanden ist.

*) Organogénie végét. p. 250.

**) Rheinische Flora 1843 p. 557.

Die Anordnung der Staubblätter nach $\frac{2}{5}$ oder vielmehr einer davon, wie die Drehung der fünf Zeilen zeigt, etwas weniges abweichenden Stellung erhält eine weitere Bestätignng in der Verstäubungsfolge der Antheren, welche, wie ich mich durch seit 1831 mehrfach wiederholte Untersuchung überzeugt habe, und wie auch Wydler, wenn man von der vermeintlichen Alternation der Staubblätterzeilen mit den Kelchblättern absieht, es richtig in der bereits erwähnten Abhandlung über die Verstäubungsfolge der Antheren dargestellt hat*), einer spiraligen Ordnung folgt, die mit der genetischen Spirale übereinstimmt. Eine solche Verstäubungsfolge ist bei Delphinium um so merkwürdiger, da die Blüthe unregelmässig ist, und unregelmässige Blüthen gewöhnlich in der Verstäubungsfolge (analog der metatopischen Deckung der Blüthentheile) metachronische Verhältnisse zeigen**). Ich habe die Verstäubungsfolge am genausten bei D. Ajacis verfolgt, aber auch D. orientale und D. Consolida damit verglichen; sie verdient etwas genauer, als es bisher geschehen ist, geschildert zu werden, zumal einige Umstände, wie die damit verbundene Drehung der Filamente, sowie das meist abweichende Verhalten des ersten Staubblattes, noch nicht bekannt sind.

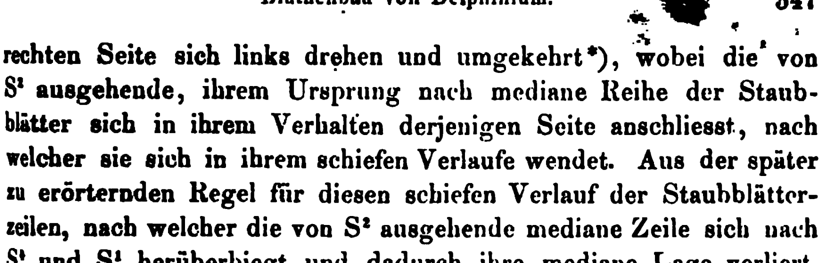
Schon Batsch und Chr. Conr. Sprengel***) haben beobachtet, dass die Staubgefässe nicht auf einmal, sondern nach und nach zur Verstäubung kommen, und dass mit ihrer letzten Entwicklung eigenthümliche Veränderungen der Lage (Bewegungen) verbunden sind, indem sie sich vor der Befruchtung abwärts biegen, zur Zeit des Aufspringens aber erheben und nach rückwärts umbiegen; auch giebt Sprengel richtig an, dass die Narbe erst nach beendigter Verstäubung aller Antheren sich entfaltet, indem sie die vorher zusammengelegten Hälften nach rechts und links auseinander legt. Mit der Zurückbiegung, welche die Filamente bei bevorstehender Oeffnung der Antheren erleiden, ist eine Drehung verbunden, in der Art, dass die Staubfäden der vom Beschauer aus

---

*) Flora 1851. No. 16 (Diagramm: Taf. III. Fig. 2).

**) Die meisten anderen Ranunculaceen haben gleichfalls der genetischen Spirale folgende Verstäubung der Antheren, z. B. Aconitum, Nigella, Helleborus, Eranthis, Trollius, Ranunculus, Ficaria; gerade die umgekehrte Ordnung der Verstäubung zeigt Aquilegia; eine von der Mitte aus auf- und absteigende Anemone.

***) Das entdeckte Geheimniss der Natur im Bau und in der Befruchtung der Blumen (1793) S. 277.



rechten Seite sich links drehen und umgekehrt*), wobei die von S^1 ausgehende, ihrem Ursprung nach mediane Reihe der Staubblätter sich in ihrem Verhalten derjenigen Seite anschliesst, nach welcher sie sich in ihrem schiefen Verlaufe wendet. Aus der später zu erörternden Regel für diesen schiefen Verlauf der Staubblätterzeilen, nach welcher die von S^2 ausgehende mediane Zeile sich nach S^4 und S^1 herüberbiegt und dadurch ihre mediane Lage verliert, erklärt sich die unsymmetrische Vertheilung der in Beziehung auf Drehung symmetrisch entgegengesetzten Staubfäden, indem der einen Seite der Blüthe drei, der anderen zwei Zeilen mit entgegengesetzter Drehung der Staubfäden zugetheilt werden, und zwar so, dass diejenigen Blüthen, bei welchen die Blattstellung nach KW rechts ist (wie in den Fig. 1, 2 u. 3 auf Taf. XXII), drei Zeilen rechts gedrehter und zwei Zeilen links gedrehter Staubfäden besitzen und umgekehrt.

In Folge der mit der Aufrichtung und Zurückschlagung der Staubfäden verbundenen Drehung, welche nach und nach einen ganzen Umlauf beschreibt, wird die Vorderseite des Staubbeutels, welche bei der herabgebogenen Lage nach unten gewendet war, zuerst nach oben und zuletzt abermals nach unten gekehrt. Die Vorderseite des Staubbeutels ist aber zugleich die Seite des Aufspringens, indem die Antheren nicht, wie gewöhnlich als allgemeiner Charakter der Ranunculaceen angegeben wird, extrors, sondern im Gegentheil etwas intrors sind, so nämlich, dass die Spalten nicht rein seitlich, sondern etwas mehr nach innen liegen. Beim Aufspringen legen sich die vorderen Klappen eng aneinander, während die hinteren Klappen sich rückwärts umbiegen und den Blüthenstaub einige Zeit auf sich festhalten. Da der Staubbeutel um diese Zeit mit der Vorderseite nach unten sieht, so liegt der Blüthenstaub auf der nach oben gewendeten Rückenseite desselben wie auf einem Schiffchen.

Es vergeht eine geraume Zeit, bis alle Staubbeutel geöffnet und entleert sind; eine noch geraumere, bis die Blüthentheile nach geschehener Befruchtung abfallen. Ueber die Zeit, nach welcher die Entfaltung der Blüthen fortschreitet, die Dauer der Blüthe im Ganzen und der Verstäubung insbesondere habe ich mit Hülfe des Universitäts-Gärtners Sauer im August vorigen Jahres

---

*) Gerade das umgekehrte Verhalten habe ich oben von den seitlichen Blumenblättern der Section Delphinellum und Staphisagria angegeben.

an D. Ajacis zahlreiche Beobachtungen gemacht, mit deren detailierter Beschreibung ich die Leser nicht ermüden, sondern einfach das Resultat berichten will. Die Trauben dieser Art entfalten in der Regel in aufsteigender Ordnung täglich Eine Blüthe; ausnahmsweise öffnen sich wohl auch zwei aufeinander folgende Blüthen an Einem Tage, oder es wird umgekehrt ein Tag übersprungen, was wenigstens theilweise von fördernden oder zurückhaltenden Witterungsverhältnissen abhängt. Die Dauer der einzelnen Blüthen von der Oeffnung bis zum Abwerfen der Blüthentheile erstreckt sich auf 8—9 Tage, weshalb man an derselben Traube, wenn die Blühfolge weit genug fortgeschritten ist, acht bis neun geöffnete Blüthen findet*). Die Oeffnung der Staubbeutel nimmt die 5, höchstens 6 ersten Tage der ganzen Blüthendauer ein, so dass, da meist fünfzehn Staubblätter vorhanden sind, durchschnittlich zwei bis drei an Einem Tage ihre Beutel öffnen; selten fällt die Oeffnung von mehr als drei (selbst bis sechs) Staubbeuteln auf Einen Tag. Das Aufklappen der Narbe findet meist am siebenten Tage statt, die Schliessung und das Welken der Narbe kurz vor dem Abfallen der Blüthentheile.

Ein so langsamer Verlauf des Blühens ist der Erforschung der Ordnung, nach welcher die Staubbeutel sich öffnen, sehr günstig. Man braucht in der That nur eine genügende Anzahl von Blüthen aufs Geradewohl zu untersuchen, so wird man bald in Beziehung auf die Zahl und Stellung der schon geöffneten und der noch geschlossenen Staubbeutel eine Reihe von Fällen vor sich haben, die auf eine durch die $\frac{2}{5}$ Stellung bedingte Succession des Verstäubens hinweisen**). Ich habe mich übrigens nicht begnügt, aus einer zufälligen Zahl zur Construction passender Fälle auf die ganze Succession zu schliessen, sondern habe mir alle Fälle, von der Oeffnung eines einzigen bis zu der aller Staubbeutel, durch directe Aufnahme vergegenwärtigt, wozu die Untersuchung von nahe an hundert Blüthen nothwendig war, indem einige Fälle, wie

*) Bei D. orientale findet man gleichzeitig weit zahlreichere geöffnete Blüthen, was wahrscheinlich darin seinen Grund hat, dass bei ähnlicher Dauer der einzelnen Blüthe mehrere Blüthen an Einem Tage sich öffnen.

**) Auf den beiden Tafeln habe ich einige Beispiele gegeben, die durch die verschiedene Färbung der Antheren ausgedrückt sind, so dass die dunkelgelben die bereits geöffneten, die hellgelben die noch geschlossenen anzeigen. Taf. XXII Fig. 1 zeigt 2 verstäubte Antheren; Fig. 2 zeigt deren 6; Fig. 3 deren 15; Taf. XXIII Fig. 4 zeigt 9; Fig. 5 endlich 14.

z. B. der Fall mit sieben geöffneten Antheren, sei es aus Zufall oder einem anderen, nachher anzudeutenden Grunde sich erst nach langem Suchen auffinden liessen*). Es geht aus diesen Aufnahmen mit Bestimmtheit hervor, dass die Succession des Aufspringens der Antheren der Blattstellungs-Spirale und somit der genetischen Ordnung der Staubblätter entspricht. Nur an Einer Stelle fand ich eine Ausnahme von dieser Regel, welche um so merkwürdiger ist, da sie nach der Häufigkeit ihres Vorkommens offenbar nicht zufällig ist. Sie betrifft die Ordnung des Aufspringens des (nach der Blattstellung gezählt) ersten und zweiten Staubblattes und besteht darin, dass das zweite gewöhnlich, wiewohl nicht immer, vor dem ersten verstäubt**). Aus dem Umstande, dass man viel häufiger den Fall mit zwei geöffneten Antheren antrifft, als den mit Einer, lässt sich ferner entnehmen, dass die beiden ersten Staubbeutel sich in ihrer Verstäubung sehr schnell folgen oder auch wohl oft gleichzeitig sind. Es muss also hier eine besondere Ursache vorhanden sein, welche beschleunigend auf das zweite Staubblatt wirkt, und durch welche, wenn sie kräftig genug ist, die genetische Verstäubungsfolge modificirt wird, indem das zweite dem ersten vorauseilt. Es ist dies wohl dieselbe Ursache, die in anderen unregelmässigen (zygomorphen) Blüthen, stärker wirkend, eine gänzliche Abweichung der Verstäubungsfolge von der genetischen Succession zur Folge hat***). Da das zweite Staubblatt auf der Oberseite, das erste auf der Unterseite der Blüthe liegt, so spricht sich in der erwähnten Förderung des zweiten eine Neigung zur absteigenden Verstäubungsfolge aus, die ohne Zweifel mit der ungleichen Länge der Staubfäden auf der Ober- und Unterseite der Blüthe zusammenhängt. Da die Staubfäden erst kurz vor der Verstäubung ihre volle Länge erreichen, vergleicht man das Längenverhältniss derselben am besten an Blüthen, welche

---

*) Ich habe bei D. Ajacis gesehen und aufgenommen: 1 Anthere geöffnet 14 mal, 2 17 mal, 3 11 mal, 4 9 mal, 5 6 mal, 6 5 mal, 7 1 mal, 8 5 mal, 9 9 mal, 10 2 mal, 11 3 mal, 12 1 mal, 13 3 mal, 14 6 mal, 15 Antheren geöffnet (bei Anwesenheit von 16 Staubblättern) 2 mal.

**) Unter 14 aufgenommenen Fällen, in welchen nur Ein Staubbeutel geöffnet war, war 10 mal der Staubbeutel von Stamen 2, nur 4 mal der Staubbeutel von Stamen 1 der zuerst geöffnete.

***) Die Verstäubungsfolge unregelmässiger Blüthen schreitet gewöhnlich in der Richtung der Mediane, entweder aufsteigend oder absteigend, fort, und erinnert dadurch an die analoge Deckungsweise der Blumenblätter und oft auch Kelchblätter solcher Blüthen.

die Verstäubung bereits beendigt haben; man sieht alsdann deutlich eine Abstufung in der Länge der Filamente, so dass die kürzesten auf der Oberseite (der Seite des Blumenblattes), die längsten auf der Unterseite sich befinden. Das Filament des zweiten, auf der Oberseite befindlichen (und geförderten) Staubblattes ist ungefähr um $\frac{1}{3}$ kürzer als das des ersten.

D. Consolida stimmt in der Verstäubungsfolge mit D. Ajacis vollkommen überein; auch bei dieser Art sah ich das zweite Staubblatt mehrmals früher als das erste verstäuben; bei D. orientale dagegen fand ich diese Abweichung nicht, vielleicht nur deshalb, weil ich eine zu geringe Zahl von Blüthen untersuchte.

Es ist nun noch die Frage zu beantworten, wie die schiefe Richtung der fünf Zeilen des Staubblatt-Systems zu erklären ist. Beruht sie auf ursprünglicher Anlage oder auf späterer Drehung? Das letztere könnte man versucht sein zu glauben, wenn man Payer's Darstellung von D. divaricatum vergleicht, wo in dem jüngeren Zustande (Fig. 36) die Zeilen ganz gerade, in dem vorgerückten (Fig. 37) die Zeilen schief erscheinen. Dagegen spricht jedoch, ausser der Unwahrscheinlichkeit der Drehung einer so kurzen Blüthenachse, der Umstand, dass in dem ganz analogen Falle von Nigella die acht schiefen Zeilen der Staubblätter nach Payer's eigener Darstellung (Taf. 56. Fig. 29) schon von Anfang an schief angelegt werden. Ich halte daher die schiefe Richtung der Zeilen auch bei Delphinium (Abthl. Consolida) für ursprünglich und den von Payer dargestellten Fall völlig senkrechter Richtung derselben für eine zufällige Ausnahme, deren Vorkommen nichts Unwahrscheinliches hat. Verhält es sich so, so muss die schiefe Richtung der Zeilen in der Natur der Blattstellung selbst begründet sein, die in diesem Falle nicht schlechthin $\frac{3 \vee 2}{5}$ Stellung sein kann. Es lässt sich aber eine schiefe Stellung der Zeilen bei einer, abgesehen von diesem Umstande, mit $\frac{3}{5}$ Stellung übereinstimmenden Anordnung auf doppelte Weise entstanden denken, entweder nämlich durch eine schwache Verschiebung aufeinander folgender $\frac{3}{5}$ Cyclen, bedingt durch das Auftreten einer kleinen Prosenthese beim Uebergang von einem Cyclus zum anderen, oder durch ein von $\frac{3}{5}$ durchgehends, aber nur wenig abweichendes, also mit gleichbleibender Divergenz ununterbrochen fortlaufendes Stellungsverhältniss. Die Construction mit prosenthetischen Quirlen könnte man durch Vergleichung mit Aquilegia unterstützen, bei welcher Gattung das Staubblatt-

System aus alternirenden fünfzähligen Cyclen $\left(\frac{3 + \frac{1}{2}}{5}\right)$ gebildet ist, während man bei Delphinium, um die schwächere Schiefheit der Zeilen zu erzeugen, $\frac{3 + \frac{1}{7}}{5}$ oder $\frac{3 + \frac{1}{8}}{5}$ annehmen müsste, da die aus je drei bis vier Gliedern gebildeten Zeilen mit dem inneren Ende ungefähr bis in die Mitte des Intervalls zwischen zwei Kelchblättern hereinreichen (Taf. XXII Fig. 1—3). Die dem LW der Blattstellung folgende Schiefheit der Zeilen würde gleichfalls passen, da es allgemeine Regel ist, dass die Prosenthesen dem LW zugesetzt werden. Allein gerade dieser Umstand zeigt bei weiterer Vergleichung der anderen Sectionen von Delphinium und der verwandten Gattungen die Unzulässigkeit der Construction mit prosenthetischen Cyclen, denn bei Delphinellum und Nigella folgt die Schiefheit der acht Zeilen der Staubblätter nicht dem LW, sondern dem KW, und müsste also durch eine Verbindung von $\frac{5}{8}$ Cyclen mit Minus-Prosenthese construirt werden, was mit der Construction bei Consolida vollkommen im Widerspruch wäre. Gegen die Construction aus prosenthetischen (für sich geschlossenen und unter sich abgesetzten) Cyclen oder wahren Quirlen lässt sich auch anführen, dass die Zahl der Staubblätter bei Consolida keineswegs immer eine vielfache von 5 ist, indem zwar häufig 15, aber auch 13, 14, 16 und 17 Staubblätter vorkommen. Man wird durch diese Verhältnisse auf eine andere Construction gewiesen, welche die Schiefheit der Zeilen bei Consolida im Einklang mit der bei Delphinellum und Nigella zu erklären im Stande ist, nämlich auf die Construction nach einer Annäherungsstellung an $\frac{3}{5}$.

In der gewöhnlichen Hauptkette der Blattstellungen, welche man durch fortgesetzte Bildung des einfachsten Mittelverhältnisses zwischen den zwei vorausgehenden erhält, ist der Werth des Bruches (die Grösse der Divergenz) abwechselnd grösser und kleiner:

Nach LW: $\frac{1}{1} > \frac{1}{2} < \frac{2}{3} > \frac{3}{5} < \frac{5}{8} > \frac{8}{13} < \frac{13}{21} \ldots$

Von jedem Gliede aus kann man eine Annäherungsreihe an das vorausgehende bilden, indem man das neu gebildete Verhältniss stets wieder mit dem ersten der beiden Glieder vermittelt. Diese Annäherungsreihen werden theils wachsende, theils fallende sein, je nachdem das erste der beiden Glieder der Hauptkette (das Zielverhältniss) grösser oder kleiner ist. Ich lasse hier die Annäherungsreihen an die fünf ersten Glieder der Hauptkette folgen, jede selbst bis zum fünften Gliede ausgeführt:

$$\frac{1}{1} > \quad \ldots \frac{6}{7} \triangleright \frac{5}{6} \triangleright \frac{4}{5} \triangleright \frac{3}{4} \triangleright \frac{2}{3} > \frac{1}{2}$$

$$\frac{1}{2} < \quad \ldots \frac{7}{13} \triangleleft \frac{6}{11} \triangleleft \frac{5}{9} \triangleleft \frac{4}{7} \triangleleft \frac{3}{5} < \frac{2}{3}$$

$$\frac{2}{3} > \quad \ldots \frac{13}{20} \triangleright \frac{11}{17} \triangleright \frac{9}{14} \triangleright \frac{7}{11} \triangleright \frac{5}{8} > \frac{3}{5}$$

$$\frac{3}{5} < \quad \ldots \frac{20}{33} \triangleleft \frac{17}{28} \triangleleft \frac{14}{23} \triangleleft \frac{11}{18} \triangleleft \frac{8}{13} < \frac{5}{8}$$

$$\frac{5}{8} > \quad \ldots \frac{33}{53} \triangleright \frac{28}{45} \triangleright \frac{23}{37} \triangleright \frac{18}{29} \triangleright \frac{13}{21} > \frac{8}{13}$$

Das erste Glied jeder dieser (von rechts nach links angeschriebenen) Reihen stimmt mit dem nächstfolgenden Gliede der Hauptkette überein; die folgenden, von der Hauptkette abweichenden Verhältnisse nähern sich mehr und mehr dem Zielverhältnisse an, ohne es, bei der Unendlichkeit der Reihe, je zu erreichen. Am vegetativen Pflanzenstock finden sich diese Annäherungsstellungen sehr häufig, meist so, dass die Reihe constant, die einzelnen Verhältnisse aber in der Richtung der Reihe, vor- oder rückwärts schreitend, veränderlich sind. Oft ist die Annäherung an das Zielverhältniss so gross, dass man zweifelhaft ist, ob man dieses selbst oder eine blosse Annäherung vor sich hat. Man erkennt diese Stellungsverhältnisse daran, dass die senkrechten Zeilen, welche die Zielstellung charakterisiren, eine schiefe Richtung erhalten, jedoch nicht in dem Grade zu untergeordneten Parastichen werden, wie die verschiedenen Ordnungen schiefer Zeilen bei den Stellungen der Hauptkette. Nimmt man an, dass bei Delphinium und Nigella solche Annäherungsverhältnisse an $\frac{3}{5}$ und $\frac{5}{8}$ die Anordnung der Staubblätter bedingen, so erklären sich mehrere bereits erwähnte Eigenthümlichkeiten: man begreift die schwankende Zahl der Staubblätter, da fortlaufende Stellungen ohne cyclenweisen Abschluss keine bestimmten Zahlenverhältnisse bedingen; man begreift, warum die fünf schiefen Zeilen der Staubblätter von Consolida der Richtung des LW, die acht schiefen Zeilen von Delphinellum und Nigella dem KW folgen*), da die Annäherungsstellungen an $\frac{3}{5}$ grösser als $\frac{3}{5}$, die an $\frac{5}{8}$ kleiner als $\frac{5}{8}$ sind.

Ich habe in den auf Consolida bezüglichen Diagrammen der Taf. XXII (Fig. 1—3) das Staubblatt-System nach der Annäherungsstellung an $\frac{3}{5}$, welche durch den Bruch $\frac{20}{33}$ (nach KW $\frac{13}{21}$) ausgedrückt wird, construirt, ohne behaupten zu wollen, dass die Anordnung gerade fest an dieses Verhältniss gebunden ist und sich

*) Die Darstellung, welche Payer von Nigella sativa (Taf. 56. Fig. 29, 30) giebt, ist in Beziehung auf diesen Punkt unrichtig.

nicht bald mehr, bald weniger an $\frac{3}{8}$ annähern kann. Die gewählte Construction trägt den Ergebnissen der Beobachtung vollkommen Rechnung, zumal wenn man, wie in den angegebenen Figuren geschehen ist, auch die Blumenkrone mit in diese Stellung aufnimmt. Dadurch erhält die frühere Betrachtung der Blumenkrone, als eines dem Kelche genau opponirten fünfzähligen Quirls, eine kleine Modification, zu deren Begründung einige Bemerkungen nothwendig sind. Zunächst mache ich darauf aufmerksam, dass die Abweichung, welche durch Einsetzung der Blumenkrone als der fünf ersten Glieder einer $\frac{13}{33}$ Stellung von der in Bezug auf den Kelch rein opponirten Stellung bewirkt wird, sehr gering ist, wie die Rechnung zeigt und die Figuren anschaulich machen. Die Differenz von $\frac{20 \text{ v } 13}{33}$ und $\frac{3 \text{ v } 2}{5}$ beträgt $\frac{1}{165}$, um welchen Betrag die Divergenz der Annäherungsstellung nach dem LW grösser, nach dem KW kleiner ist; P^1 weicht daher von S^1 um $\frac{1}{165}$, und zwar gegen die Mediane hin, ab; P^2 von S^2 um $\frac{2}{165}$ gegen S^4 hin; P^3 von S^3 um $\frac{3}{165}$ gegen S^5; P^4 von S^4 um $\frac{4}{165}$ gegen S^1, also nach der Unterseite der Blüthe hin; P^5 von S^5 um $\frac{5}{165}$ ($= \frac{1}{33}$) gegen S^2, also nach der Oberseite der Blüthe. Da bloss das zweite Blumenblatt ausgebildet ist, dessen sehr geringe Abweichung von der Mediane im Laufe der Ausbildung durch das Streben symmetrischer Ausgleichung leicht unkenntlich werden kann, da insbesondere gerade P^4 und P^5, bei welchen die Abweichung von der Richtung der Kelchblätter eher bemerklich sein müsste, unausgebildet bleiben, so kann natürlich die Blumenkrone für sich allein und in ihrer normalen Beschaffenheit kein Anhalten für die angenommene Construction bieten. Wohl aber bietet sie ein solches in den Fällen abnormer Entwicklung eines zweiten Blumenblattes, die ich bereits beschrieben habe. Ich habe dabei erwähnt, dass, wenn bei normaler Anordnung der Blüthentheile die Krone zwei Blumenblätter entwickelt, es nie der vierte, sondern stets das fünfte Blumenblatt ist, welches diese ungewöhnliche Entwicklung erhält (Taf. XXII Fig. 2). Die Einsetzung der Blumenkrone nach $\frac{13}{33}$ giebt für diesen sonst völlig räthselhaften Umstand eine erwünschte Erklärung, da nach dieser Construction das fünfte Blumenblatt dem oberen Pol der Blüthe um $\frac{5+4}{165}$ näher liegt als das vierte, demnach bei einer von der Oberseite der Blüthe ausgehenden ungewöhnlichen Begünstigung der Entwicklung vor diesem den Vorzug haben muss. Der hauptsächlichste Grund jedoch, der mich veranlasste, schon in der Blumenkrone den Anfang der $\frac{13}{33}$ Stellung zu suchen, beruht in

der Stellung der äussersten Staubblätter. Lässt man nämlich die $\frac{1}{3}\frac{3}{3}$ Stellung erst mit dem System der Staubblätter eintreten, so werden die fünf ersten Staubblätter auf diejenigen Radien fallen, auf welchen sich in den Diagrammen 1 bis 3 die fünf Blumenblätter befinden, sie werden somit in ihrer Richtung von den fünf Kelchblättern nur sehr wenig (namentlich St[1] und St[2] kaum bemerkbar) abweichen. Dies ist aber in der Wirklichkeit nicht der Fall, vielmehr fallen alle fünf ersten Staubblätter (die Anfangsglieder der fünf Zeilen) so bemerkbar zur Seite der Kelchblätter, dass man sogar leicht versucht wird, sie für wirklich abwechselnd mit den Kelchblättern zu halten, ein Irrthum, der durch die Schiefheit der Zeilen, deren inneres Ende ungefähr mitten in das Intervall zu liegen kommt, begünstigt wird, und in welchen, wie bereits S. 344 erwähnt wurde, Wydler in der That gefallen ist. Auch dieser Umstand erhält eine genügende Erklärung, wenn man die $\frac{1}{3}\frac{3}{3}$ Stellung schon mit der Blumenkrone beginnen lässt, wie dies bei genauerer Betrachtung der Diagramme deutlich sein wird.

II. Das Staubblatt-System von Delphinellum.

Wie früher erörtert wurde, ist die Blumenkrone bei dieser Abtheilung durch einen $\frac{5 \vee 3}{8}$ Cyclus gebildet. Dieser Anordnung entspricht auch die der Staubblätter, welche acht Zeilen bilden, die von den acht Blumenblättern ausgehen. Wie die fünf Zeilen von Consolida, so sind auch die acht Zeilen des Staubblatt-Systems von Delphinellum nicht ganz senkrecht, sondern etwas schief, jedoch nicht in der Richtung des LW, sondern in der des KW. Die Erklärung dieses Verhältnisses ist schon im vorigen Abschnitt gegeben worden; sie findet sich darin, dass die Staubblätter nicht eigentlich nach $\frac{3}{8}$, sondern nach einer Annäherungsstellung an $\frac{3}{8}$ geordnet sind. Dass die durch eine solche Stellung bedingte Spirale in der That der genetischen Succession der Staubblätter entspricht, bedarf kaum des Beweises durch die Entwicklungsgeschichte, denn es geht dies hervor aus der Ordnung, nach welcher man die Vermehrung der Zahl der Staubblätter bei Vergleichung ausgebildeter Blüthen mit verschiedener Anzahl derselben eintreten sieht, und wird bestätigt durch die Verstäubungsfolge. D. cardiopetalum, die einzige Art dieser Abtheilung, welche ich in dieser Beziehung lebend beobachtet habe, hat 13—19, am häufigsten 16—18 Staubblätter. Die Zunahme der Zahl geschieht genau in

der Ordnung, welche die Blattstellungs-Spirale vorschreibt. Fig. 4 der Taf. XXII zeigt einen Fall mit 16 Staubblättern, je 2 in jeder der 8 Zeilen; Fig. 5 zeigt einen Fall mit 18 Staubblättern. Die zwei hinzugekommenen finden sich in den von P^1 und P^2 ausgehenden Zeilen, wie es die Ordnung der Blattstellung verlangt. Dass auch die Verstäubung derselben spiraligen Ordnung folgt, habe ich durch zahlreiche Aufnahmen constatirt, doch fehlt mir gerade der Fall mit Einem geöffneten Staubbeutel, so dass ich nicht weiss, ob etwa auch hier im Verstäubungsverhältnisse des ersten und zweiten Staubblattes eine ähnliche Abweichung vorkommt, wie bei Consolida. Beispielsweise habe ich in Fig. 4 den Fall mit 3, in Fig. 5 den Fall mit 10 geöffneten Antheren dargestellt. In diesen beiden von D. cardiopetalum entnommenen Diagrammen habe ich die Schiefheit der acht Staubblattzeilen, um die Figuren nicht mit Linien zu überhäufen, ohne genaue Eintheilung angegeben; will man der Zeichnung eine genauere Construction zu Grunde legen, so dient Folgendes zum Ausgangspunkte: Jede Zeile der Staubblätter besteht aus zwei bis drei Gliedern; das dritte Glied, wenn es vorhanden, fällt ziemlich genau in die Mitte des Intervalls zwischen zwei Blumenblättern, so dass also nach dieser nicht ganz genauen Schätzung die Hälfte des $\frac{1}{8}$ breiten Intervalls in 3, das ganze Intervall in 6, der ganze Umkreis in 48 Theile getheilt würde. Man muss daher aus der Reihe der Annäherungsstellungen diejenige zur Construction wählen, deren Nenner mit obiger Schätzung am nächsten übereinstimmt; es ist dies die Stellung $\frac{28 \vee 17}{45}$.

Es könnte noch die Frage entstehen, ob nicht auch hier, wie bei Consolida, die Corolle bereits demselben Stellungsverhältnisse angehört, wie das Staubblatt-System. Gegen eine solche Annahme ist zunächst zu bemerken, dass, da bei Consolida der Annäherungsstellung an $\frac{2}{5}$, gleichsam als Basis, ein ächter $\frac{2}{5}$ Cyclus vorausgeht, es ebenso wahrscheinlich ist, dass bei Delphinellum der Annäherungsstellung an $\frac{3}{8}$ ein ächter $\frac{3}{8}$ Cyclus vorausgehe; es ist ferner anzuführen, dass die Stellung der Blumenblätter durch die Construction nach einer oder der anderen Annäherungsstellung an $\frac{3}{8}$ in einer Weise verschoben würde, welche der Wirklichkeit weit weniger entspricht, als die bereits früher betrachtete Einsetzung der Blumenkrone nach $\frac{3}{8}$ (S. 337).

III. Das Staubblatt-System von Staphisagria.

Schon der erste Anblick zeigt, dass die Anordnung der Staubblätter bei dieser Abtheilung eine andere ist, als bei Delphinellum, obgleich die Blumenkrone beider Abtheilungen nach demselben Plane angelegt ist. Bei Staphisagria fehlen die für Consolida und Delphinellum charakteristischen, nur schwach schiefen und daher sehr in die Augen fallenden Zeilen der Staubblätter, wogegen man, wenn man jüngere Blüthenknospen untersucht, in welchen die Filamente erst wenig verlängert und noch aufrecht sind, oder wenn man die nach dem Abfallen der Staubblätter an der Blüthenachse bleibenden Blattnarben ins Auge fasst, zwei verschiedene sich durchkreutzende Ordnungen stark geneigter und daher weniger auffallender Zeilen wahrnimmt, die sich bei der nicht schwierigen Abzählung als fünf- und achtzählige Nebenzeilen (Parastichen) erweisen. Die fünfzähligen folgen der Richtung des LW der Blattstellung des Kelches, die achtzähligen, welche die deutlicheren sind, der Richtung des KW. Die zwischen beiden diagonale Ordnung der dreizehnzähligen Zeilen ist, wenn die Zahl der Staubblätter hinreichend gross ist (z. B. bei D. grandiflorum), gleichfalls deutlich wahrzunehmen, entschieden schief*), und zwar wieder in der Richtung des LW. Weiter lässt sich die Untersuchung der Zeilenordnungen schwer fortsetzen, da die Zahl der Staubblätter meist nicht ausreicht, um sämmtliche 21-zähligen Zeilen auch nur auf zwei Glieder zu bringen**). Soweit man die 21-zähligen Zeilen wahrnehmen kann, scheinen die zwei Glieder derselben meist senkrecht übereinander zu stehen, was die Stellung $\frac{13 \vee 8}{21}$ anzeigt. So fand ich es namentlich bei verschiedenen Varietäten des D. elatum (mit 25 — 32 Staubblättern), und bei D. Requienii (mit 25 — 29). Bei D. tricorne, bei welchem die Zahl der Staubblätter höchstens auf 21 steigt, machte mir die Bestimmung der Anordnung viele Mühe; ich glaube aber nicht zu irren, wenn ich sie gleichfalls für $\frac{8}{21}$ halte. D. pentagynum, welches ich nur trocken untersucht habe, scheint bei der grössten Zahl der Staubgefässe, die mir vorkam (bis 41), gleichfalls $\frac{8}{21}$ Stellung zu besitzen, wenn nicht vielleicht $\frac{21}{55}$. Ich habe von dieser Art auf Taf. XXIII Fig. 3 ein

*) Wären sie senkrecht oder fast senkrecht, so wäre die Stellung $\frac{8}{13}$ oder eine Annäherung dazu, ein Fall, den ich bis jetzt unter den Delphinien nicht gefunden habe.

**) Es sind dazu 42 Staubblätter nöthig, eine Zahl, die ich niemals erreicht sah.

Diagramm mit der Construction nach $\frac{8}{21}$ gegeben. Bei D. grandiflorum (mit 27—37, meist 32—34 Staubblättern), sowie bei dem verwandten D. cheilanthum, sah ich auch die 21-zähligen Zeilen noch deutlich schief und halte daher die Stellung für $\frac{21 \text{ v } 13}{34}$, unter welcher Annahme auch das Diagramm dieser Art (Taf. XXII Fig. 6) construirt ist. Die Anschliessung dieser Spiralen an den $\frac{3}{8}$ Cyclus der Corolle geschieht ohne Zweifel ohne Prosenthese, wie es überhaupt eine allgemeine Regel zu sein scheint, dass bei complicierteren Blattstellungsverhältnissen keine Prosenthesen mehr vorkommen. Möglichst genaue Aufnahmen der Lage der äusseren Staubblätter im Verhältnisse zu den Kelch- und Blumenblättern stimmen mit der Construction, soweit sich dies nach dem blossen Augenmaass beurtheilen lässt, überein. Die Verstäubung der Antheren folgt auch hier, wie ich mich durch viele Aufnahmen von D. elatum, Requienii und grandiflorum überzeugt habe, genau der Blattstellungs-Spirale. Bei den beiden erstgenannten habe ich mich überzeugt, dass auch die beiden ersten Staubblätter keine Ausnahme machen, sondern in der richtigen Ordnung verstäuben. In dem Diagramm von D. grandiflorum habe ich den Fall mit fünf geöffneten Antheren dargestellt.

Es ist schliesslich noch Einiges über Payer's Darstellung des Staubblatt-Systems von D. Staphisagria*) zu bemerken. Nach Payer sollen die Stamina, ebenso wie die Petala, sich in einer $\frac{3}{8}$ Spirale befinden; allein seine Fig. 7 u. 8 zeigen die achtzähligen Zeilen der Staubblätter (welche hier richtig dem KW der Kelchspirale folgen) so stark schief, dass die $\frac{8}{21}$ Stellung unverkennbar ist. Wenn man Payer's Fig. 5, die ein Stadium vorstellt, in welchem erst acht Staubgefässe sichtbar sind, mit dem von mir auf Taf. XXIII gegebenen Diagramm 3, dessen Staubblatt-System nach $\frac{8}{21}$ construirt ist, vergleicht, so wird man finden, dass die Lage, welche Payer diesen acht ersten Staubblättern anweist, genau mit der durch die Construction geforderten übereinkommt**). Nach Payer's Erklärung sollen vor S^1 und S^2 je ein Stamen, vor den übrigen Sepalen je zwei Stamina stehen***); seine eigene Figur zeigt jedoch, dass dies nur ungefähr zutrifft, keineswegs

*) Organogénie vég. comp. Livr. VI (1854) p. 250, pl. 55. fig. 5—8.

**) Payer's Figur ist in der Wendung der Blattstellung dem angeführten Diagramm entgegengesetzt, was bei der Vergleichung zu berücksichtigen ist.

***) Ich weiss nicht, wie Payer dieses von der Blumenkrone abweichende Verhalten mit der Theorie des Dedoublement's in Einklang bringt, wie er ins-

aber die zwei einzeln den Kelchblättern opponirten Stamina genau vor deren Mitte, oder die paarig opponirten in gleichmässigem Abstand vor den Kelchblättern stehen. Verfolgen wir den Fall ins Einzelne, so ergiebt sich Folgendes in Beziehung auf das Verhältniss der Lage der acht ersten Staubblätter zu der der Kelchblätter. Das vor S^1 stehende Staubblatt ist nach der Construction St^1. Payer's Figur zeigt deutlich, dass es nicht genau vor die Mitte von S^1 fällt, sondern etwas weniges gegen die Lücke zwischen S^1 und S^3 abgerückt ist. Nach der aus der Construction leicht abzuleitenden Rechnung beträgt die Abweichung von der Mitte des S^1 $\frac{2}{105}$. Ebenso verhält es sich mit dem vor S^2 fallenden St^2; nach Payer's Figur weicht es etwas gegen S^4 ab, was mit der Rechnung übereinstimmt, die eine Abweichung von $\frac{4}{105}$ ergiebt. Vor S^3 stehen zwei Staubblätter; das in Payer's Figur grössere ist St^3, das kleinere, dem Centrum nähere St^6. Payer's Figur zeigt deutlich, dass St^3 der Mitte von S^3 näher steht als St^6, welches fast in die Mitte von S^3 und S^1 fällt. Nach der Rechnung steht St^3 um $\frac{6}{105}$, St^6 um $\frac{8}{105}$ von der Mitte des S^3 ab. Die zwei vor S^4 fallenden Staubblätter sind St^4 und St^7, deren ungleicher Abstand vom Centrum der Blüthe sowohl, als auch von der Mitte des Kelchblattes, vor dem sie stehen, in Payer's Figur richtig ausgedrückt ist; St^4 steht nämlich um $\frac{8}{105}$, St^7 um $\frac{2}{105}$ von S^4 ab. Die beiden vor S^5 fallenden Staubblätter endlich sind St^5 und St^8, beide in Payer's Figur in richtiger Lage: das dem Centrum nähere St^8 steht auch der Mitte von S^5 näher, das vom Centrum entferntere St^5 dagegen der Mitte von S^5 ferner, indem es fast in die Lücke von S^5 und S^2 fällt. Payer's Figur ist auch hier vollkommen richtig, indem nach der Rechnung St^8 um $\frac{4}{105}$, St^5 um $\frac{10}{105}$ von S^5 abweicht. So dienen Payer's Figuren selbst zum Beweise, dass die Stellung der Staubblätter bei D. Staphisagria nicht $\frac{3}{8}$, sondern $\frac{8}{21}$ ist.

Das Fruchtblatt-System.

Die Zahl der Fruchtblätter wechselt von 1 bis 5 und zuweilen selbst mehr, ist jedoch für die einzelne Art ziemlich beständig. Sie steht in einer gewissen Beziehung zur Anordnung der Staubgefässe,

---

besondere erklärt, dass die zwei vor S^3 stehenden Stamina in ihrer Lage gar nicht mit den zwei vor demselben Sepalum stehenden Petalen übereinstimmen.

so dass mit der einfacheren Anordnung dieser die geringere Zahl der Fruchtblätter verbunden ist und umgekehrt. Ein einziges Fruchtblatt findet sich demnach in der Abtheilung Consolida, doch kommen ausnahmsweise (bei D. Ajacis sehr selten, bei D. orientale ziemlich häufig) auch zwei bis drei Fruchblätter vor. Keine Art hat normal zwei Fruchtblätter, aber als Abnormität kommt diese Zahl nicht nur bei Consolida-Arten, sondern auch bei Arten der Abtheilung Staphisagria, z. B. bei D. tricorne, nicht selten vor. Normal drei Fruchtblätter besitzen wahrscheinlich sämmtliche Arten der Abtheilung Delphinellum, sowie die Mehrzahl aus der Abtheilung Staphisagria. Dieser Abtheilung gehören auch die verhältnissmässig wenigen Arten an, welche mehr als drei Fruchtblätter besitzen. Die bekannteste von diesen, mit fünf Fruchtblättern, ist D. pentagynum Lam., welchem noch einige ostindischen Arten sich anreihen: D. glaciale Hook. f. et Thomps. mit 4—5, D. coeruleum Jacquem. mit 5, D. Brunonianum Royle mit 5—6 und D. Kashmirianum Royle mit 3—7*). Die Abtheilung Staphisagria stimmt in dieser Beziehung (wie auch in der Anordnung der Staubgefässe) mit der Gattung Aconitum überein, deren Arten grossentheils drei, einige wenige (z. B. A. ferox und A. heterophyllum Wall.) fünf Fruchtblätter besitzen. Die Fruchtblätter der Delphinien sind, wo deren mehrere sind, nicht verwachsen, sondern, wie die der meisten Ranunculaceen, getrennt**).

In Beziehung auf Anordnung folgen die Fruchtblätter einer sehr einfachen Regel; sie setzen nämlich die Spirale der Staubblätter ununterbrochen fort, nehmen also die Stellen ein, welche bei vermehrter Zahl der Staubblätter den nächstfolgenden Staubblättern zukämen. Daher ist auch die Stelle, die sie einnehmen, veränderlich, denn sie hängt ab von der Zahl der vorhergehenden Staubblätter, die, wie ich in den vorausgehenden Abschnitten gezeigt habe, bei einer und derselben Art, innerhalb gewisser Grenzen, grösser oder kleiner sein kann. Mit der Veränderlichkeit ihrer Stelle in der Blüthe ist natürlich auch eine Veränderlichkeit in der Richtung gegen die Achse des Blüthenstandes verbunden. Es ist jedoch zu bemerken, dass manche Arten, wenn ich so sagen soll, eine eigenthümliche Vorliebe für eine gewisse Stellung des Frucht-

*) Vergl. Hooker und Thompson, Flora Indica. I. p. 51.

**) Eine Ausnahme macht D. (Delphinellum) cinereum Boiss. diagn. pl. Orient. p. 67: „carpellis tota longitudine inter se connexis“.

blattes oder der Fruchtblätter zu haben scheinen, während dies bei anderen nicht der Fall ist. In dieser Beziehung findet namentlich ein Unterschied statt zwischen D. Ajacis und D. Consolida. Letztere Art ist in der Stelle, welche das Carpell einnimmt, so veränderlich, dass man kaum sagen kann, welcher Fall der häufigere ist. Wenn ich den Taf. XXII Fig. 3 dargestellten Fall, in welchem das Fruchtblatt nach 16 Staubgefässen mit dem Rücken schief nach hinten steht, als besonders häufig vorkommend notirt habe, so mag dies dem Zufall zuzuschreiben sein. Die Zahl der Staubblätter wechselt bei dieser Art von 13 bis 17, bietet also fünf Fälle, denen fünf verschiedene Lagen des Fruchtblattes entsprechen, die man sich nach dem Diagramm leicht vergegenwärtigt, indem man das Fruchtblatt der Reihe nach an die Stelle 14, 15, 16, 17, 18 setzt. Ich habe es in allen genannten Positionen mehrfach beobachtet. Anders bei D. Ajacis. Hier fand ich das Fruchtblatt stets mit dem Rücken nach unten gewendet*), entweder genau median, oder wenig nach der Seite von S^3 abweichend, wie in dem Diagramm Taf. XXII Fig. 1. Es ist dies die Stellung, welche durch 15 Staubblätter bedingt wird. An den scheinbaren Gipfelblüthen mit Einem Vorblatte oder ohne Vorblatt fand ich dieselbe Stellung des Fruchtblattes zur Achse, in dem einen Fall durch die Anwesenheit von 16, im anderen durch die von 17 Staubblättern bedingt (Taf. XXIII Fig. 4 u. 5). Es treten also hier gleichsam nach Bedürfniss mehr oder weniger Staubblätter auf. Noch auffallender jedoch ist der Umstand, dass die Stellung des Fruchtblattes auch bei verminderter Zahl der Staubblätter dieselbe bleibt. Es kommen nicht selten bei D. Ajacis Blüthen vor, welche nur 14 oder 13 Staubblätter zeigen, aber dabei in der Stellung des Fruchtblattes von den Blüthen mit 15 Staubblättern nicht abweichen, ein Fall, den ich nicht anders als durch Fehlschlagen von einem oder zwei letzten Staubblättern zu erklären weiss. In dem Diagramm Taf. XXII Fig. 2 habe ich einen Ausnahmsfall mit zwei Fruchtblättern dargestellt, welcher ebenfalls zeigt, wie die Fruchtblätter die Ordnung der Staubblätter fortsetzen. D. orientale, das sich in der Neigung, das Fruchtblatt nach unten zu stellen, wie D. Ajacis zu verhalten scheint, zeigt den Fall mit zwei Fruchtblättern besonders häufig. Bei D. (Delphinellum) cardio-

*) Ich zweifle nicht, dass man auch bei D. Ajacis noch andere Stellungen des Fruchtblattes wird auffinden können, es ist mir jedoch bis jetzt nicht gelungen.

petalum fand ich die Stellung der drei Fruchtblätter veränderlich, wie es die wechselnde Zahl der Staubblätter verlangt, doch kamen mir die zwei Fälle, welche Taf. XXII Fig. 4 u. 5 dargestellt sind, besonders häufig vor. In dem ersten (mit 16 Staubblättern) steht Ein Fruchtblatt (das zweite) genau nach oben, in dem anderen (mit 17 Staubblättern) genau seitlich, und zwar auf der Seite des Vorblattes α. Ausnahmsweise fand ich bei dieser Art auch vier Fruchtblätter, und zwar in verschiedener Lage, je nachdem 16, 17 oder 18 Staubblätter vorausgingen. Ebenso veränderlich fand ich die Stellung der Fruchtblätter bei D. tricorne und D. grandiflorum, doch zeigte sich bei letzterem besonders häufig der Fall, dass Eines der drei Fruchtblätter nach dem Vorblatte β gerichtet war. Ich fand bei dieser Stellung der Fruchtblätter bald 34, bald 33 Staubblätter, was sich ohne Zweifel durch eine Drängung erklärt, in Folge welcher zwei ursprünglich nicht ganz übereinstimmende Lagen der Fruchtblätter ununterscheidbar werden. Das auf Taf. XXII gegebene Diagramm 6 zeigt die Stellung der drei Fruchtblätter bei 34, nach $\frac{13}{34}$ angeordneten Staubblättern. Es ist leicht begreiflich, dass F^3 durch seine eigene Anschwellung und die seiner zwei Nachbaren in die Mitte des Raums zwischen F^1 und F^2 gedrängt werden muss. Sind dagegen nur 33 Staubblätter vorhanden, so wird ein Fruchtblatt (F^1) an der Stelle von St^{34} sich befinden, an die Stelle F^1 wird F^2, an die von F^2 wird F^3 treten. In diesem Fall wird F^1 ebenso wie in dem anderen, nur von der anderen Seite her, in die Mitte des Raums von F^2 und F^3 gedrängt werden, und die Lage der drei Theile der Frucht wird kaum unterscheidbar sein von der bei 34 Staubblättern. Bei D. elatum sah ich am häufigsten die Stellung der Fruchtblätter in der Art, dass Eines fast median nach oben, zwei (unter sich etwas mehr genähert) nach unten gerichtet waren. Es ist dies die Stellung, welche durch 29 nach $\frac{8}{21}$ geordnete Staubblätter bedingt wird, und die man sich vergegenwärtigen kann, wenn man in dem Diagramm Taf. XXIII Fig. 3 die Lage von St^{30}, St^{31} und St^{32} ins Auge fasst. Eine möglichst genaue Aufnahme einer Blüthe von D. pentagynum mit 41 Staubblättern zeigte mir die Lage der fünf Fruchtblätter so, dass drei nach der Seite des Vorblattes α, zwei nach der des Vorblattes β gerichtet waren, was, wie das Diagramm Taf. XXIII Fig. 3 zeigt, mit der Construction gut zusammenstimmt. Es werden sich natürlich auch hier durch die Ausbildung der grossen, bauchigen Fruchtblätter die ungleichen Abstände mehr oder minder

vollständig ausgleichen, so dass die Frucht wohl den Anschein eines regelmässigen Quirls erhalten kann.

Metaschematismen. Katamorphosen.

Die Blüthe des Rittersporns beginnt im Kelche mit einem fünfblättrigen Quirl; sie hat einen fünfzähligen, durch $\frac{2}{5}$ Stellung bedingten Grundbau, von dem sie in der weiteren Fortsetzung bei Consolida nur wenig, bei den anderen Sectionen durch Uebergang zu complicierteren Stellungsverhältnissen derselben Kette bedeutender abweicht. Wie bei vielen anderen Pflanzen, so kommt es auch hier als Ausnahme vor, dass die Blüthe nach einem anderen Zahlenverhältnisse, bedingt durch ein anderes Stellungsverhältniss, aufgebaut wird. Was einer solchen Veränderung des Schema's (Metaschematismus) Interesse giebt, ist die analoge Durchführung eines gewissen Grundgesetzes mit verschiedenen Maass- und Zahlverhältnissen. Ich habe bei Delphinium, und zwar namentlich bei D. Ajacis, Blüthen mit sechs- und siebenzähligem, ja sogar Eine mit vierzähligem Grundbau gesehen, allein die spärlichen betreffenden Aufnahmen, die grossentheils aus einer sehr frühen Zeit (vom Jahre 1828) stammen, sind nicht vollständig und zuverlässig genug, um ein sicheres Resultat daraus zu ziehen. Eine sechszählige Blüthe hatte drei äussere und drei innere Kelchblätter; von den drei äusseren war eines median nach oben gerichtet und gespornt, von den drei inneren war eines der zwei oberen gleichfalls gespornt, und zwar dasjenige, welches auf der Seite des Vorblattes α lag. Zwei gespornte Blumenblätter lagen vor den zwei gespornten Kelchblättern, von denen das nach oben (vor dem Kelchblatte des äusseren Kreises) befindliche das andere deckte. Den Kelchblättern opponirt fanden sich sechs (völlig senkrechte?) Zeilen von je drei Staubblättern. Das einzige Fruchtblatt stand mit dem Rücken schief nach unten, und zwar nach der Seite des Vorblattes β von der Mediane abweichend. Eine siebenzählige Blüthe zeigte durch die Deckung der Kelchblätter unzweifelhaft $\frac{5 \vee 2}{7}$ Stellung an, jedoch mit vornumläufiger Einsetzung, so dass das erste Kelchblatt nach hinten lag. Das erste und vierte Kelchblatt waren gespornt, und vor denselben zwei gespornte, aber verwachsene Blumenblätter. Die Staubblätter in sieben Zeilen, über deren Schiefheit ich nichts angeben kann. Ein Fruchtblatt stand mit dem Rücken schief nach unten. Die vierzählige Blüthe war

von sehr sonderbarer und räthselhafter Beschaffenheit. Nach zwei Vorblättern folgten vier Kelchblätter, von denen zwei äussere, ungespornte nach unten, zwei innere, gespornte nach oben gerichtet schienen. Von diesen zwei oberen Kelchblättern zeichnete sich das eine durch besondere Breite aus; es war in der Deckung das innerste und stand dem äussersten gegenüber. Zwei gespornte Blumenblätter standen vor den zwei gespornten Kelchblättern und entsprachen denselben auch in ihrer Deckung. Die Staubblätter bildeten vier schiefe Zeilen von je drei Gliedern. Das Fruchtblatt lag mit dem Rücken median nach unten.

Abnormitäten in Beziehung auf den Gang der Metamorphose sind nicht selten; die bekanntesten sind die Rittersporne mit gefüllten Blüthen. Von D. orientale kommen in den Gärten zwei Arten von Füllungen vor, welche den zweierlei gefüllten Blüthen von Aquilegia entsprechen. Bei der gewöhnlicheren von diesen beiden Arten nehmen Blumenblätter und Staubgefässe die Form von Kelchblättern an; der Sporn des Kelches ist leer und kümmerlich; dasjenige Blatt, welches dem oberen Blumenblatte entspricht, ist ungespornt und ohne flügelartige Seitenlehnen, wie die ungespornten Kelchblätter, mit denen es auch in der Färbung übereinstimmt, aber es hat das Eigenthümliche, dass es an der Spitze zweispaltig ist; auch das vor ihm stehende Blatt, das dem zweiten Staubblatte entspricht, ist oft noch zweispaltig. Seltener ist die andere Art der Füllung der Blüthe, bei welcher die Staubgefässe die Form der Blumenblätter annehmen, jedoch ohne Spornbildung und ohne zweitheilige Spitze. Ihre Gestalt lässt sich mit der der Deckschuppen der weiblichen Blüthe von Betula alba vergleichen; aus schmälerer, nagelartiger Basis breitet sich das petaloidische Staubblatt jederseits in einen starken Flügel (der Seitenlehne des normalen Blumenblattes entsprechend) aus, über welcher Ausbreitung es sich zungenartig zuspitzt. Formen mit gefüllten Blüthen nach der ersten Art kommen auch von mehreren ausdauernden Delphinien aus der Section Staphisagria in den Gärten vor; so eine sehr schöne, unter dem Namen D. Barlowii beschriebene Form*), deren Abstammung nicht bekannt zu sein scheint.

Eine andere Art der Katamorphose, die mehr zufällig erscheint, ist die Vergrünung der Blüthen, bei welcher die Blüthentheile

*) Bot. Reg. V. 23. t. 1944. Ueber gefüllte Delphinien ist auch zu vergleichen G. A. Fintelmann, die gefüllten Blumen der Gärten (Bericht über die Gartenbau-Gesellschaft Flora in Dresden 1843. S. 83).

mehr oder weniger, und zwar am leichtesten und vollständigsten die Kelch- und Fruchtblätter, in einen laubartigen Zustand übergehen. Ich habe solche Anthochlorosen von D. Ajacis und D. elatum gesehen, will mich aber auf die Beschreibung derselben nicht einlassen, da sie für den Schematismus der Blüthe nicht von Belang und auch schon von Anderen mehrfach beschrieben worden sind[1]).

Vergleichung mit Nigella und Aconitum.

Payer hat mit Recht auf die Aehnlichkeit im Schematismus der Blüthe von Delphinium und Nigella aufmerksam gemacht[2]); er hat die Section Staphisagria mit den eigentlichen Nigellen, die Section Consolida mit Garidella verglichen und sich dahin ausgesprochen, dass Delphinium (Consolida) und Staphisagria mit demselben Rechte als Gattungen zu betrachten seien, mit welchem man Garidella und Nigella als solche unterscheide. Andere Autoren, denen die Analogie von Delphinium, Aconitum und Nigella auch nicht entgangen, wie Spenner[3]), haben Garidella mit Nigella vereinigt, was, wenn man Delphinium ungetheilt lässt, durchaus als gerechtfertigt erscheint. Das im Wesentlichen analoge Verhalten von Delphinium und Nigella stellt sich bei einer genaueren Betrachtung noch weit bestimmter heraus, als aus Payer's nicht ganz richtig gefasster Vergleichung hervorgeht. Nigella zerfällt nämlich ebenso in drei wohl charakterisirte Sectionen, wie Delphinium. Es sind folgende:

1) Garidella (Tourn cf.). Auf den fünfzähligen Kelch folgt, diesem opponirt, die fünfzählige Blumenkrone, beide Cyclen der $\frac{2}{5}$ Stellung, die sich ohne Prosenthese folgen[4]). Mit dem Staubblatt-

---

1) Vergl. Roeper, Enum. Euphorb. (1824) p. 45 und Ad. Brogniart, Examen de quelques monstruosit. végét. (Archive du muséum. IV. 1844).

2) Organogénie végét. p. 247 u. 251: „Les diverses espèces de Delphinium ont la même symmétrie florale que les Garidella et les Nigella; mais elle est masquée par l'avortement de quelques-uns des pétales de la corolle et par le développement irrégulier de ceux qui restent."

3) Flora Friburg. III (1829) p. 1033, 1036; Monogr. generis Nigellae. (1829) p. 11.

4) Auf dieselbe Weise schliesst sich der Kelch an die vorausgehende $\frac{2}{5}$-Stellung der Laubblätter an, was sich leicht und sicher bestimmen lässt, da der Stengel von Nigella Garidella Spenn. (Garidella Nigellastrum L.) fünfkantig ist, und zwar so, dass die Kanten, denen die Laubblätter aufsitzen, sich bis zu den Kelchblättern erstrecken.

System geht die Stellung in eine Annäherungsstellung an $\frac{3}{8}$ über, deren acht schiefe Zeilen wegen der geringen Zahl der Staubgefässe wenig bemerkbar sind. Fruchtblätter sind 2—3 vorhanden. In Beziehung auf das Verhältniss von Kelch und Blumenkrone lässt sich also Garidella mit Consolida vergleichen, wogegen das Staubblatt-System bereits zu einer complicierteren Stellung vorgeschritten ist. Wenn es wirklich Delphinien der Abtheilung Consolida giebt, welche, wie es Payer von D. Consolida angiebt, ein achtzeiliges Staubblatt-System besitzen, so würden diese (abgesehen von der Zahl der Fruchtblätter) ein vollkommenes Analogon von Garidella bilden.

2) Nigella im engeren Sinne entspricht nicht Staphisagria, sondern Delphinellum. Auf den $\frac{2}{5}$ Cyclus des Kelches folgt (ohne Prosenthese) ein $\frac{3}{8}$ Cyclus der Blumenkrone; diesem folgen die Staubblätter in acht schiefen Zeilen, durch eine Annäherungsstellung an $\frac{3}{8}$, an die sich die fünf bis acht Fruchtblätter unmittelbar anschliessen. Die grössere Zahl der Fruchtblätter, sowie die meist grössere Zahl der Staubblätter abgerechnet, stimmt das Verhalten ganz mit Delphinellum überein.

3) Nigellastrum (Moench), wohin N. orientalis gehört, stimmt in Kelch und Blumenkrone mit Nigella überein, aber die Staubblätter sind nicht annäherungsweise nach $\frac{3}{8}$, sondern nach $\frac{13}{34}$ geordnet, wie man nach den Parastichen genau bestimmen kann. Fruchtblätter 5—10. Diese Abtheilung, welche Payer nicht berührt, ist es, welche das Analogon von Staphisagria darstellt*).

Aconitum entspricht in der schematischen Anlage der Blüthe ganz der Abtheilung Staphisagria von Delphinium und der Abtheilung Nigellastrum von Nigella.

Rückblick.

An Delphinium (und ebenso an Nigella und Aconitum) haben wir ein Beispiel einer Blüthenbildung, die durch eine bestimmt nachweisbare, bekannten Blattstellungsverhältnissen folgende, spiralige Succession ihrer Theile, ohne alle Unterbrechung durch Pros-

*) Nigellastrum besitzt auch in den Samen eine Eigenthümlichkeit; diese sind nämlich flach gedrückt, flügelrandig, in Eine Reihe zusammengeschoben und durch $\frac{1}{4}$ Rechtsdrehung mit der Fläche senkrecht gestellt, wobei die Samen des rechten Fruchtblattrandes die Mikropyle nach unten, die des linken Randes nach oben wenden.

enthesen, angelegt ist. Die Blattstellungs-Cyclen haben dabei nur in so weit Bedeutung, als sie zugleich bestimmte Abschnitte der Metamorphose darstellen (Kelch, Blumenkrone), und nur so weit dies der Fall ist, ist die Zahl der Theile eine bestimmte. Das Stellungsverhältniss bleibt entweder (mit geringer Abweichung) durch die ganze Blüthe dasselbe, oder es geht stufenweise in ein complicierteres über. Hierauf beruhen die Unterschiede der Sectionen von Delphinium sowohl, als von Nigella. Die verschiedenen Fälle, die auf diese Weise entstehen, lassen sich kurz so zusammenfassen:

A. 1 Cyclus nach $\frac{2}{5}$, hierauf unbestimmt begrenzte Annäherungsstellung an $\frac{2}{5}$.

Der $\frac{2}{5}$ Cyclus wird zum Kelche, der erste fünfgliedrige Scheincyclus der Annäherungsstellung zur Blumenkrone, ungefähr 3 Scheincyclen zu Staubblättern, den Schluss bildet 1 Fruchtblatt. Delphinium, Abthl. Consolida.

B. 2 Cyclen nach $\frac{2}{5}$, hierauf unbestimmt begrenzte Annäherungsstellung an $\frac{3}{8}$.

a) Der erste $\frac{2}{5}$ Cyclus ist Kelch, der zweite Blumenkrone, mehrere Scheincyclen Staubblätter, Schluss mit 1 Fruchtblatt. Delphinium? (nach Payer bei „D. Consolida" vorkommend).

b) Ebenso, aber weniger Staubblätter (zwischen 1 und 2 Scheincyclen) und 2—3 Fruchtblätter. Nigella, Abthl. Garidella.

C. 1 Cyclus nach $\frac{2}{5}$, 1 Cyclus nach $\frac{3}{8}$, hierauf unbestimmt begrenzte Annäherungsstellung an $\frac{3}{8}$.

a) Der $\frac{2}{5}$ Cyclus ist Kelch, der $\frac{3}{8}$ Cyclus Blumenkrone, zwischen 2 und 3 Scheincyclen Staubblätter, Schluss mit 3 Fruchtblättern. Delphinium, Abthl. Delphinellum.

b) Ebenso, aber zahlreichere Staubblätter (3—10 Scheincyclen) und 5—8 Fruchtblätter. Nigella, Abthl. Eunigella.

D. 1 Cyclus nach $\frac{2}{5}$, 1 Cyclus nach $\frac{3}{8}$, hierauf unbestimmt begrenzte $\frac{8}{21}$ oder $\frac{13}{34}$ Stellung.

a) Der $\frac{2}{5}$ Cyclus ist Kelch, der $\frac{3}{8}$ Cyclus Blumenkrone, die Staubblätter bilden zwischen 1 und 2 Cyclen der $\frac{8}{21}$ oder $\frac{13}{34}$ Stellung, Schluss mit 3—5 (selten mehr) Fruchtblättern. Delphinium, Abthl. Staphisagria (Aconitum).

b) Ebenso, aber 5—10 Fruchtblätter. Nigella, Abthl. Nigellastrum.

Die Blüthe von Delphinium, Nigella und Aconitum kann demnach als eine hemicyclische bezeichnet werden, d. h. als eine solche, welche, mit cyclischer Anordnung beginnend, in eine unbestimmt begrenzte Spiralstellung übergeht. Sie stimmt darin mit den Blüthen der meisten anderen Ranunculaceen, sowie der diesen verwandten Magnoliaceen, Anonaceen und Nymphaeaceen überein. Dadurch, dass die Cyclen ohne Prosenthese aneinander gereiht sind, unterscheidet sie sich von den Blüthen mancher Gattungen derselben Familie, wie z. B. von Ranunculus, dessen zwei erste Cyclen (Kelch und Blumenkrone) prosenthetisch verbunden und dadurch abwechselnd gestellt sind, und nähert sich den acyclischen Blüthen an, bei welchen der Uebergang von Formation zu Formation, wie es am vegetativen Pflanzenstock gewöhnlich ist, nirgends an bestimmte Cyclen der ununterbrochen fortlaufenden Spiralstellung gebunden ist (wie z. B. bei Calycanthus). Die hemicyclischen Blüthen sind es, welche uns den Uebergang zur Bildung der gewöhnlichen, der eucyclischen Blüthen zeigen; sie sind deshalb für das Verständniss der Blüthenbildung überhaupt von besonderer Bedeutung. Dieser Uebergang wird in der Familie der Ranunculaceen selbst durch Aquilegia gemacht, deren Blüthe insofern bereits eucyclisch ist, als sie durchgehends aus bestimmt begrenzten und alternirenden Cyclen besteht, anderseits aber sich den acyclischen und hemicyclischen Blüthen mit unbestimmten Zahlenverhältnissen dadurch anschliesst, dass die Zahl der Cyclen selbst (und zwar der Staubblatt-Cyclen) eine veränderliche ist.

Ich will nicht schliessen, ohne noch einmal auf die Frage zurückzukommen, ob es naturgemäss ist, die Linnéische Gattung Delphinium und ebenso die Gattung Nigella (in der Ausdehnung, welche ihr Spenner gegeben) ungetheilt zu erhalten, oder dieselbe in mehrere Gattungen zu zerlegen. Dass beide Gattungen in wohl charakterisirte Sectionen zerfallen, glaube ich hinreichend gezeigt zu haben, aber ebenso einleuchtend ist es auch, dass bei beiden die Sectionen ein natürliches Ganze, eine zusammenhängende Entwicklungsreihe einer gemeinsamen Grundform darstellen. In Beziehung auf die plastische Ausbildung der Blüthe haben beide Gattungen ihre sehr bestimmten und für alle Sectionen gemeinsamen Charaktere, auf deren Unabhängigkeit von der Zahl und Anordnung der Theile ich bei der Beschreibung der Delphinium-Blüthe mehrfach aufmerksam gemacht habe. Die Verschiedenheit der Sectionen beruht vorzugsweise auf der Anordnung der Blüthen-

blättern und 1 Fruchtblatt, das fast median nach unten gerichtet ist. Fig. 2 stellt einen abnormen Fall vor mit 2 ausgebildeten Blumen-, 2 gespornten Kelch- und 2 Fruchtblättern.

Fig. 3. Diagramm einer Blüthe von Delph. (Consolida) Consolida L. mit 16 Staubblättern und 1 Fruchtblatt. Das Uebrige wie in Fig. 1.

Fig. 4 u. 5. Diagramme von Delph. (Delphinellum) cardiopetalum Dec. Wendung der Blattstellung, Vorblätter und Kelch wie bei den vorigen. Blumenkrone ein $\frac{5 \vee 3}{8}$ Cyclus, ohne Prosenthese. Staub- und Fruchtblätter in einer Annäherungsstellung an $\frac{3}{8}$, wodurch die Zeilen schief erscheinen. Fig. 4 mit 16, Fig. 5 mit 18 Staubblättern, weshalb die Stellung der 3 Fruchtblätter in beiden Diagrammen verschieden ist.

Fig. 6. Diagramm von Delph. (Staphisagria) grandiflorum L. 34 Staubblätter und 3 Fruchtblätter nach $\frac{21 \vee 13}{34}$ Stellung, ohne Prosenthese an den $\frac{5 \vee 3}{8}$ Cyclus der Blumenkrone angeschlossen. Im Uebrigen wie Fig. 4 u. 5.

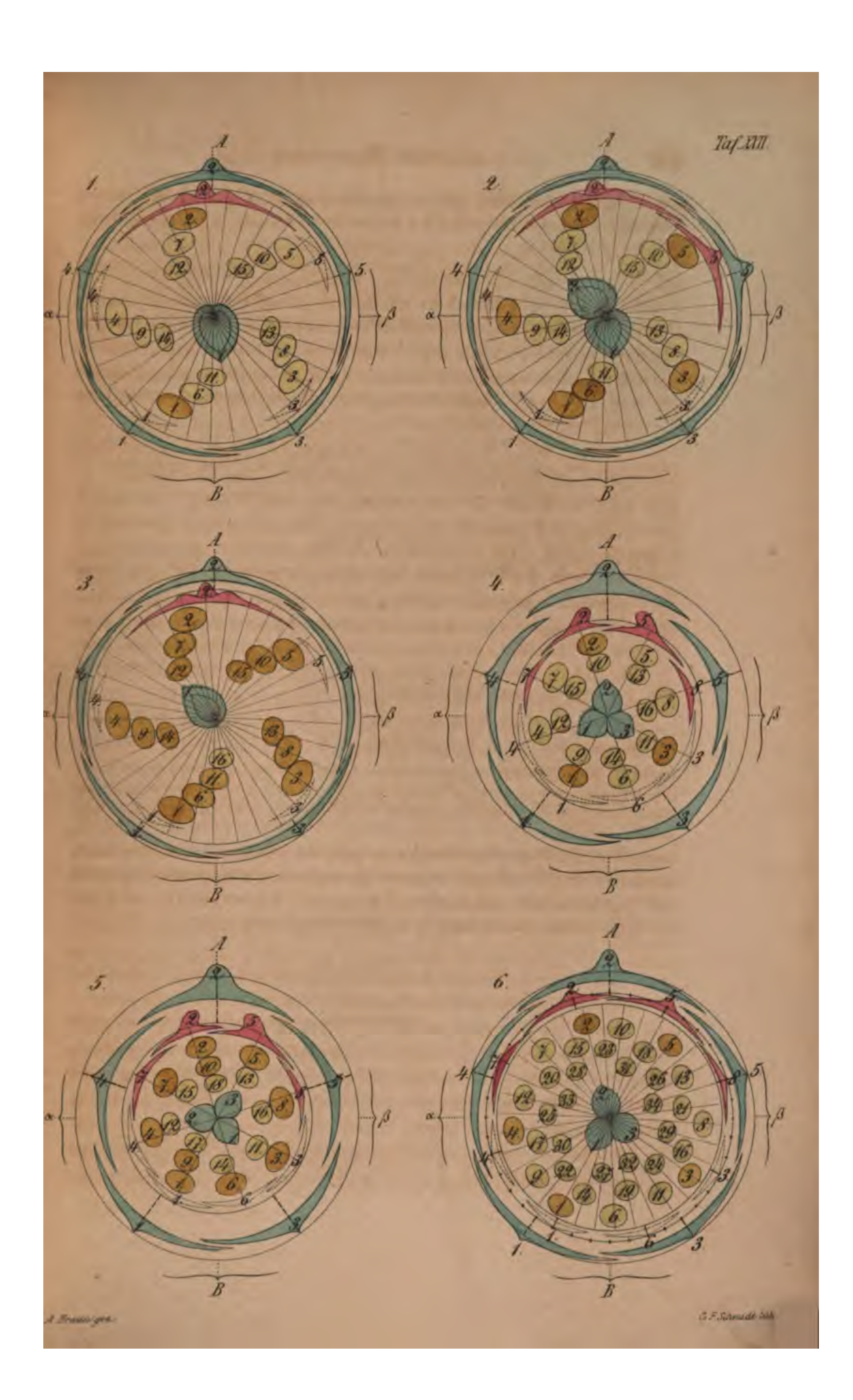
Taf. XXIII.

Fig. 1 u. 2. Darstellung des Uebergangs von einem $\frac{3 \vee 2}{5}$ Cyclus zu einem $\frac{5 \vee 3}{8}$ Cyclus ohne Prosenthese, zur Erklärung der Payer'schen Theorie der Entstehung der letzteren Stellung aus der ersteren. (Vergl. die Erklärung S. 333.)

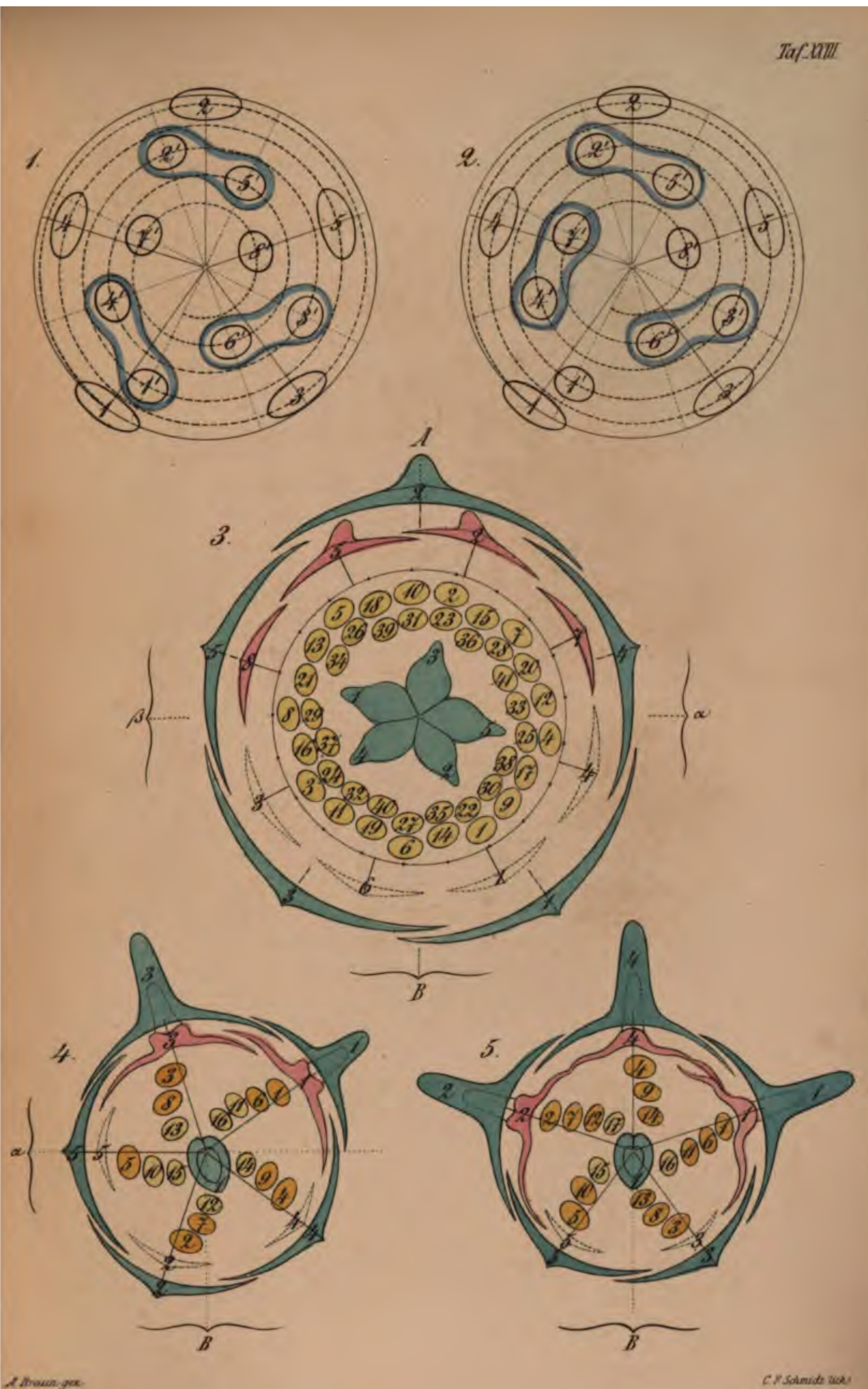
Fig. 3. Diagramm von Delph. (Staphisagria) pentagynum Lam. Wie Fig. 4, 5 u. 6 der vorigen Tafel, aber 41 Staubblätter und 5 Fruchtblätter nach $\frac{13 \vee 8}{21}$ Stellung ohne Prosenthese.

Fig. 4. Diagramm einer abnormen Blüthe von D. Ajacis (vgl. Fig. 1 u. 2 der vorigen Tafel) mit 1 Vorblatt durch $\frac{1 + \frac{1}{2}}{2}$, woran sich der $\frac{3 \vee 2}{5}$ Cyclus des Kelches ohne Prosenthese anschliesst. 2 Kelchblätter (S^1 und S^2) gespornt; 2 ausgebildete und gespornte Blumenblätter (P^1 und P^2) mit eutopischer Deckung; Staubblätter 16, wodurch das Fruchtblatt fast median nach unten fällt. (Vergl. S. 339, 340, 360.)

Fig. 5. Diagramm einer abnormen Blüthe derselben Art ohne Vorblatt. Der Kelch mit $\frac{3 + \frac{1}{2}}{5}$ an das Tragblatt (B) angereiht. 3 Kelchblätter gespornt und 3 Blumenblätter ausgebildet (1, 2 und 4). Staubblätter 17, wobei das Fruchtblatt genau median nach unten fällt. (Vergl. S. 341, 360.)


Taf. XXII
1.
2.
3.
4.
5.
6.
A
B
α
β
C. F. Schmidt lith.




Taf. XVIII
1.
2.
3.
4.
5.
A
B
α
β
A. Braun gez.
C. F. Schmidt lith.



Die Pseudogonidien

von

L. Cienkowsky.

Als es Herrn Kloss*) und mir**) gelungen war, das Eindringen der Chytridium- und Rhizidium-Schwärmsporen in das Innere der Conferven-Zellen factisch zu beweisen, lag der Gedanke sehr nahe, dass auch die Pseudogonidien nicht als Umbildungen des Zelleninhalts, sondern als parasitische Organismen, die von aussen herstammen, zu betrachten seien. Diese Vermuthung bestätigte sich durch die hier mitzutheilenden Beobachtungen.

Ich habe Gelegenheit gehabt, in verschiedenen Spirogyren dieselben Formen von Pseudogonidien zu untersuchen, welche Dr. Pringsheim***) in Flora 1852 beschrieben hat. Sie stellen monadenartige Gebilde dar, an denen ich stets eine lange Cilie sah; ich vermisste eine den Körper umhüllende Membran; der Inhalt war farblos, oder mit grünen, bräunlichen Körnchen gemengt; die Grösse variirte sehr, bis zu 0,009 Millimetre, in der Länge (XXIV B. 1p). Die Chlorophyllbänder der Spirogyren waren zum Theil desorganisirt, stellenweise halb-flüssige, grüne Ballen darstellend (XXIV B. 4i); die Zellenwände hatten viel weicheres Aussehen als im normalen Zustande; oft waren sie selbst beinahe ganz aufgelöst.

In dem Wasser, wo ich die Spirogyren cultivirte, schwammen in grösserer Menge farblose, ovale, mit einer Cilie versehene Infusorien (0,006 M. in der Länge), welche nach der Dujardin'schen

---

*) Monatsberichte der Berliner Academie. December 1856.

**) Botan. Zeitung 1857. 14. Stück.

***) Algologische Mittheilungen.

Abbildung*) der Monas globulus Ehr. sehr ähnlich waren. Ich will sie Monas parasitica nennen.

Als ich längere Zeit ein Glied der Spirogyre, wo Pseudogonidien sich munter bewegten, fixirte, sah ich die Monas parasitica an der Wand der Conferve ankommen und, nach kurzem Hin- und Herirren, sich an derselben festsetzen. Es dauerte nicht lange (circa ¼ Stunde), und im Innern der Spirogyrenzelle erblickte man die hineinkriechende Monas als einen hellen Schleimtropfen, der unmittelbar unter dem Anheftungspunkte der Monade sichtbar wurde (XXIV B. 3 m). Der Schleimtropfen vergrösserte sich nun fortwährend, den äusseren Theil der Monade nachziehend, bis das ganze Infusorium durch die Confervenwand hindurchgepresst wurde (XXIV B. 4 m). Im Innern der Spirogyre bewegte sich die Monade in der Art der Schwärmsporen. Nach längerer oder kürzerer Zeit wurden die Bewegungen langsamer kriechend; die Form änderte sich beständig, und die Monade konnte jetzt von einer Amoeba nicht unterschieden werden. Der Körper dehnte sich dabei oft so beträchtlich, dass die Contouren kaum zu unterscheiden waren, und das Gebilde wie ein Schleimklumpen ohne Organisation aussah (XXIV B. 4 a). Jedoch unter den Augen des Beobachters zog sich der Klumpen zusammen, und die Monade führte ihre raschen Bewegungen fort, um im nächsten Moment wieder die Amoebenform anzunehmen. Das Letzte geschah besonders dann, wenn sich die Monade dem halb-flüssigen Conferveninhalt näherte; zu wiederholten Malen verkroch sie sich in denselben, und ihre Contouren, wie oben angegeben, wurden so undeutlich, dass man eine einförmige Chlorophyllmasse vor sich zu haben glaubte und höchstens hier und da zarte Falten wahrnahm, die die Umgrenzung des fremden Körpers andeuteten (XXIV B. 4 á). Die so versteckte Monade bleibt unbeweglich oder kriecht sehr leise im Chlorophyll herum. Verfolgt man sie beständig, bis sie die Chlorophyllmasse verlässt, so sieht man, dass ihr Inhalt nicht mehr farblos, sondern grün ist, und dass sie also das Chlorophyll in sich aufgenommen hatte, ohne einen Mund zu besitzen. Würde man kurz vor dem Moment, als die Monade ihre langsame Wanderung in dem Zelleninhalt anfing, die Beobachtung begonnen haben, so würde man glauben, die unmittelbare Umwandelung des Zelleninhalts in bewegliche Monaden erlauscht zu haben.

---

*) Infusoires p. 282, pl. 4. fig. 8.

Ich gehe jetzt zu der Beschreibung der ruhenden Zustände der Monas parasitica über.

Wie bekannt, besitzt der grösste Theil der Infusorien ruhende Zustände oder Cysten. Man muss zweierlei Cysten unterscheiden: 1) die dünnwandigen, in welche sich das Infusorium umbildet behufs der Theilung (ich beobachtete solche bei Bursaria flava Ehr., Kolpoda Ren Ehr.); 2) Cysten mit dicken Wänden, die den ruhenden Sporen der Pflanzen entsprechen. Mangel an Wasser und anderen Lebensbedürfnissen scheint ihre Entwickelung zu bedingen.

Die Bildung der dünnwandigen Cysten bei Monas parasitica geschieht folgendermaassen: Der Körper der mit Conferveninhalt geschwängerten Monade nimmt Kugelgestalt an; ein schmaler Schleimsaum an der Peripherie der Kugel bewegt sich wellenförmig noch hier und da (XXIV B. 1a), auch dieses hört auf, und dann sieht man, dass die Oberfläche zu einer äusserst feinen Membran erhärtete. Die so gebildeten Cysten stellen die Mutterzellen dar, in welchen Pringsheim die Pseudogonidien entstehen sah*). Diese Cysten besitzen keine selbständige Bewegung, werden aber oft von vibrionenartigen Gebilden, von denen es nicht selten in den absterbenden Confervenzellen wimmelt, hin und her bewegt. Die Grösse der Cysten variirt sehr, sie wachsen bis zu 0,0027 M. an; ich habe keine Cilie an ihnen wahrnehmen können; sie füllen oft den ganzen inneren Raum der Conferve aus (XXIV B. 1b).

Die Bildung der jungen Monaden oder, wie ich sie nennen will, Schwärmsporen zeigt manches Eigenthümliche. Der von Anfang der Cystenbildung kaum sichtbare Schleimsaum gewinnt an Durchmesser, dagegen wird der gefärbte Kern, der dunklere Farbe angenommen, condensirter. Nicht der ganze Inhalt betheiligt sich an der Schwärmsporenbildung, wie es sonst bei anderen Infusorien und Algen der Fall ist, sondern der peripherische, ungefärbte Theil. Er zerfällt nämlich in zwei oder mehrere kleine, farblose Zellchen, die anfangs den gefärbten Kern von allen Seiten umgeben, dann aber mit einem Male denselben zur Seite schieben (XXIV B. 5a, b). Oefters scheint sich der farblose Schleim noch vor der Schwärmsporenbildung von dem centralen Kern zu sondern, es ist aber möglich, dass die ausserordentlich zarten Contouren der jungen Monaden schon vor der Sonderung des heterogenen Inhalts vorhanden waren.

---

*) Flora 1852. Algologische Mittheilungen S. 12, Taf. 5. Fig. 8.

Erklärung der Figuren.

Taf. XXIV B.

(Alle Figuren sind 800fach vergrössert.)

Fig. 1. Ein Theil einer Spirogyrenzelle mit ruhenden un
Pseudogonidien. m, herauskriechende, p, bewegliche Pseudogo
zur Ruhe anschickende, bb, ruhende Pseudogonidien; c, in der Cy
gebliebener gefärbter Inhalt.

Fig. 2. m, sich aus der Conferve befreiende Pseudogonidien.

Fig. 3. m, die in die Spirogyre hineinkriechende Pseudogon

Fig. 4. m, die zum grössten Theile eingedrungene Pseudog
selbe, einen Schleimklumpen darstellend; á, Pseudogonidien in Ch
gebettet; i, Chlorophyllmassen.

Fig. 5. a bis e, Entwickelungsstufen der jungen Pseudogon

Fig. 6. Entwickeluug der ruhenden Cyste der Pseudogonidie

Fig. 7. Bildungen, die man mit den Pseudogonidien zusam

een Endl.)

Stettin, welche Koch
sie gesehen hatte, mein
Interesse durch ihre geographischen Verhältnisse, weil sie sich in Deutschland nur an einem Orte und dann erst wieder in weitester Ferne in Nord-America findet, wie Koch und Andere meinten, und weil bei Stettin noch nie die Blüthe beobachtet ist. Auf meine Bitte hatte Herr Seehaus, Lehrer an der französischen Schule in Stettin, die Güte, mir die Udora occidentalis Koch 1852 und 1853 zu verschiedenen Jahreszeiten lebend nach Berlin zu schicken. Da die Excursion nach der Pflanze jedesmal einen Tag in Anspruch nimmt, bin ich Herrn Seehaus für seine Freundlichkeit grossen Dank schuldig. Die Untersuchung der lebenden Pflanze hat mir nicht allein interessante anatomische und morphologische Resultate geliefert, sondern auch gezeigt, indem ich zur Vergleichung auch die übrigen Anacharideen sorgfältiger durchforschte, dass die Ansicht von Koch: die americanische Serpicula occidentalis Pursh (Udora occidentalis Koch nicht Pursh) sei dieselbe Art, wie die pommersche Pflanze, unrichtig ist, dass die Pflanze des dammschen Sees nicht einmal Gattungsverwandte nach Westen zu, in America, besitze, sondern, dass vielmehr nach entgegengesetzter Richtung im Osten, in Lithauen, wie dies Reichenbach sen. schon

ausgesprochen hatte, in Preussen, wo sie im Herbste 1856 von Herrn Sanio bei Lyck gefunden ist, ferner in Ost-Indien, Ceylon, China, Java und Neu-Holland ihre Art gefunden werde. Da die Frage nach der Verwandtschaft der stettiner Pflanze allein durch das Kraut entschieden werden muss, weil die Blüthe fehlt, so ist die genaueste Untersuchung der vegetativen Organe aller verwandten Pflanzen gefordert. Dies bitte ich zu berücksichtigen, damit ich nicht unnöthig breit geworden zu sein scheine. Wie sich zeigen wird, ist die Verwirrung, welche nach Richard's Arbeit über die Hydrochariden in Bezug auf die Hydrilleen im Allgemeinen, und besonders in den Gattungen Elodea und Anacharis, einriss, in der That so gross, dass, wenn ich zur kritischen Sichtung des bis dahin Geleisteten beitragen wollte, ich auch aus diesem Grunde ausführlicher in die Darstellung der vorhandenen Mängel eingehen musste, als es bei einer weniger verwirrten Sache nöthig gewesen wäre.

Der Untersuchung über die Ermittelung der Stellung der pommerschen Pflanze unter den übrigen Hydrilleen lege ich die Voraussetzung zu Grunde, dass Pflanzen, die in den vegetativen Organen anatomisch und morphologisch keinen Unterschied zeigen, auch keinen in den Organen der Blüthe und Frucht haben und zu einer Art gehören; eine Voraussetzung, für die bei unserer geringen Kenntniss der anatomischen Verhältnisse der einzelnen Pflanzen und Familien freilich nur erst hier und da die Beweise vorhanden sind, die aber auch, so weit wie mir bekannt ist, durch kein Beispiel widerlegt wird. Uebrigens gehören die Hydrilleen ihren vegetativen Theilen nach, die ich vorzugsweis untersucht habe, zu den interessantesten Pflanzen, welche ein Anatom, Morpholog oder Physiolog erforschen kann, und ich wünschte durch meine Arbeit dazu beizutragen, dass sie lebend, wo möglich an Ort und Stelle, besonders auch in Bezug auf die äusserst zarten, leicht verstümmelten Blüthen, gründlicher als bisher untersucht würden. Leider haben mir nur zwei Arten lebend zu Gebot gestanden, und auch von diesen nur das Kraut. Ich habe keine frische Blüthe untersuchen können; getrocknet ist sie aber zur Erforschung der zarteren Theile bei den meisten Arten unzulänglich. Selbst für die Untersuchung der anatomischen Verhältnisse der vegetativen Theile ist getrocknetes Material nicht ausreichend, obgleich Chatin (Anatomie comparée des végétaux. Paris 1856. p. 21 ff.) es gewagt hat, selbst allein nach solchem, freilich oft zu

seinem Nachtheil, auch die anatomischen Verhältnisse des Stammes und Blattes der Anacharideen zu bearbeiten*).

Gen. Hydrilla Richard.

Zuerst handle ich von der Pflanze des dammschen Sees:

Udora occidentalis Koch.

1. Standort.

Der dammsche See, in welchem sich Udora occidentalis Koch allein in Deutschland findet, ist eine seeartige Erweiterung der Oder unterhalb Stettin, ¼ Meile von dieser Stadt entfernt, auf dem rechten Ufer des Flusses, oberhalb der Einmündung der Ihna in denselben. Der See enthält süsses Wasser, sein Nordende ist etwa 1 Meile vom Einflusse der Oder in das Stettiner Haff entfernt und 6 Meilen von der Ostsee. Die Pflanzen, welche mir Herr Seehaus schickte, waren nicht von dem bekannten Fundorte „in der Nähe des Bodenberges“ (Rostkowii et Schmidtii, Fl. Sedin. 1824. p. 370. — Homann, Fl. v. Pommern. 1835. III. p. 24. — Schmidt, Fl. v. Pommern. 1840. p. 238), sondern von einer Stelle, welche mehr nach Westen zu, dem Grundstück „Waldow's Hof gegenüber, zwischen den Thürmen von Damm und Frauendorf“ (Seehaus in einem Briefe) liegt. „Die Udora steht,“ schreibt mir Herr Seehaus, „6—8′ unter dem Wasserspiegel im Schlamm, der von bläulichem

*) Ich bemerke in Bezug auf das Zeitverhältniss meiner Arbeit zu der von Chatin, dass die meinige schon bereits im Frühjahr 1853 dem grössten Theil nach in gegenwärtiger Form niedergeschrieben war. 1854 im Frühjahr fügte ich die Anatomie der Anacharis Alsinastrum hinzu, zögerte jedoch noch mit der Veröffentlichung, weil ich hoffte, die reichen Herbarien in Paris und London untersuchen zu können, wozu ich erst im Herbste 1856 Gelegenheit hatte, indem mir die berliner Academie der Wissenschaften die Mittel zu einer Reise nach jenen Orten zu bewilligen die Geneigtheit hatte. Am 20. December 1853 (Botan. Zeitung 1854. p. 56) habe ich über die Pflanze des dammschen Sees in der Gesellschaft der naturforschenden Freunde und am 2. April 1854 (Verhdl. des Vereins z. Beförd. des Gartenbaues in Preussen. 1854. p. XXVIII) in der Sitzung des Gartenbau-Vereins über Anacharis Alsinastrum und die pommersche Pflanze vorgetragen und beide Male auch die hauptsächlichsten anatomischen und morphologischen Facta mitgetheilt, welche freilich in jene kurzen Berichte nicht aufgenommen wurden. Eine ganz kurze Darlegung der anatomischen Verhältnisse des Stammes der pommerschen Pflanze habe ich gelegentlich in der Botan. Zeitung 1853. p. 805 gegeben. Chatin's Arbeit ist mir erst im Januar 1856 zugekommen.

Thonboden gebildet wird." Man kann die Pflanze von oben nicht auf dem Grunde sehen, wodurch das Suchen danach sehr erschwert wird. Herr Seehaus hat sie mit einem langen, dreizackigen Aalspeer, den er in drehende Bewegung auf dem Boden des Sees versetzte, herauf geholt. Die Pflanze steht jedoch auch in weniger tiefem Wasser. Herr Pharmaceut Osw. Jaenicke theilt mir darüber Folgendes mit: „Ungefähr auf dem halben Wege von Stettin nach Damm, wenn man der Chaussée nachgeht, doch glaube ich näher Damm, stehen auf der linken Seite einige einzelne Häuser, deren Bewohner, um Futter für die Schweine zu holen, 10—15 Minuten auf den See hinauffahren und mit einem gewöhnlichen Rechen Ceratophyllum in Menge einsammeln. Unter diesem fand ich die ersten Exemplare von Hydrilla. Auf Bitten wurde ich auch einmal von den Leuten mitgenommen, und ich habe die Hydrilla da wachsen sehen können, so flach stand sie. Am Bodenberge ist sie aber mit den längsten Aalspeeren kaum zu erreichen. Es war im October, als ich sie dort fand." Im Mai hat Herr Seehaus junge Pflänzchen beobachtet. Im Juli ist die Pflanze in bester Entwicklung. Mitte August werden die Stengel spröde und bröcklig, und das tiefe Grün der Blätter und Stengel schmutzig und bräunlich. Eine Sendung, die ich den 19. August 1852 erhielt, war für die Anatomie schon ganz unbrauchbar, da die Pflanze der Verwesung nahe war, aus keinem anderen Grunde, als weil der Lauf ihrer Entwicklung es so mit sich bringt. Im October 1851 fand Herr Seehaus nur zerbrochene Stengelfragmente, die ganz in Fäulniss übergegangen waren. Freilich sah Herr Jaenicke sie im October an dem seichteren Standorte noch im besseren Zustande. Blüthe und Frucht sind nie beobachtet worden, obgleich die Pflanze seit Rostkow, ihrem Entdecker, der 1824 mit Schmidt zusammen in der Fl. Sedinensis die erste Kunde von ihr gab, doch häufig und besonders in der Mitte des Sommers, wann man die Blüthe am ersten erwarten könnte, gesammelt ist. An der seichten Stelle, wo Herr Jaenicke die Pflanze auffand, möchte sie am ehesten zur Blüthe kommen; am Bodenberge und an der Stelle, von wo Herr Seehaus sie holte, scheint sie zu tief unter Wasser zu stehen, um zu blühen. Es sind Versuche gemacht worden, durch Cultur die Blüthe zu erzielen. Unter Anderen hat Herr Hofgärtner Gustav Fintelmann auf der Pfaueninsel bei Potsdam sie vor einigen Jahren etwa 1½ Jahr lang cultivirt. Er erhielt sie im Juli, setzte sie in einen Kübel mit Sumpferde und hielt sie den nächsten Winter über

im Keller. Die Pflanzen waren im zweiten Sommer ganz frisch, gingen jedoch im zweiten Winter zu Grunde. Im schöneberger botanischen Garten sind mehrere Pflänzchen von einer Sendung, die ich am 3. Juni 1853 von Herrn Seehaus erhielt, längere Zeit cultivirt worden, gingen jedoch im Winter von 1853/54 zu Grunde. Die Pflanze ist jedenfalls sehr zart. Die pommerschen Botaniker in der Nähe ihres Standortes hätten wohl am meisten Aussicht, durch Cultur die fehlende Blüthe zu erlangen. Die Angabe im Bericht über meinen Vortrag, den ich am 2. April 1854 in der Sitzung des Gartenbau-Vereins (Verhdl. d. Vereins z. Beförd. d. Gartenbaues in Preussen. 1854. p. XXVIII) hielt, dass die Pflanze „vor ein Paar Jahrzehnden plötzlich im dammschen See bei Stettin erschien und aus Ost-Indien eingeführt sein soll“, rührt nicht von mir her. Beide Punkte derselben haben keine Belege für sich. Ich wende mich jetzt zur Untersuchung der Pflanze selbst.

2. Der Stamm der Pflanze des dammschen Sees.

Er ist drehrund, $\frac{1}{2}$—$\frac{3}{4}$ paris. Duod.-Linien dick und 1—1$\frac{1}{2}$′ im Durchschnitt lang; der längste, den ich gesehen habe und besitze, hat 38″ Länge, ist aber noch länger gewesen, da unten kaum Wurzeln vorhanden sind. Der Stamm ist ansteigend und wurzelt aus den untersten Knoten; der grösseste Theil desselben ist grün, nur die untersten, ältesten Internodien sind, wie die untersten, schuppenartigen Blätter, braun und ohne Chlorophyll. Hin und wieder treibt der Stamm einen axillaren Zweig; in einem Blattquirl hat meist nur ein Blatt in seiner Achsel einen Zweig, seltener zwei oder drei Blätter. Aus der Achsel des untersten stengelumfassenden Blattes (XXVI. Fig. 26K u. 27K) des Zweiges (Fig. 26 u. 27B) sprosst oft wieder ein Zweig (Fig. 26 u. 27C) und ebenso einer aus der Achsel des untersten Blattes dieses Zweiges (Fig. 27D), so dass scheinbar neben einander aus einer Blattachsel (Fig. 26 u. 27E) zwei oder drei Zweige entstehen, die jedoch verschiedenen Blättern angehören und verschiedener Grade sind. In der Mitte des Stammes (XXV. 11 u. 11′c) ist ein Strang langgestreckter Zellen von etwa $\frac{1}{228}$‴ paris. duod. Durchmesser; ihre Länge übertrifft den Durchmesser 8—40mal und mehr; sie sind fast cylindrisch, an den Enden nicht zugespitzt, und die Querwand fast horizontal oder nur wenig schief. Sie enthalten eine höchst feinkörnige, graue, trübe Substanz, die Zucker und Schwefelsäure rosenroth, Jod tief braun färbt, welche also stickstoffhaltig ist. Dieser Stran

gestreckter Zellen sind die Vasa propria von Mohl. Mohl selbst erklärt diesen Ausdruck in seiner Arbeit über die Gitterzellen (Botan. Zeitung 1855. p. 893) für einen nicht passenden, ohne jedoch nähere Gründe anzugeben, weist aber bei mehreren Monokotyledonen nach, dass die weiteren Zellen der Vasa propria Gitterzellen sind, und somit, dass dieser Theil der Vasa propria zum Bast gehöre; aber es bleibt von ihnen noch ein Rest: die engeren Zellen, selbst bei jenen Monokotyledonen, bei denen Mohl die Gitterzellen fand, deren „Wand immer glatt" ist. Diese glattwandigen Zellen kann man nicht Gitterzellen nennen. In einer grossen Zahl von Pflanzen bestehen aber die Vasa propria nur aus solchen glattwandigen Zellen, ohne alle Gitterzellen. Dies ist der Fall bei der Pflanze des dammschen Sees, bei Anacharis Alsinastrum, Najas major, minor, flexilis, Lemna gibba, minor, trisulca, Victoria regia, Euryale ferox, Nuphar luteum, pumilum, advena, Nymphaea Lotus, rubra, micrantha und anderen Arten der Gattung Nymphaea (bei den Nymphäen sind Blatt- und Blüthenstiel, Stamm und Wurzel untersucht), bei Ceratophyllum demersum. In allen diesen Fällen färbt Jod den Inhalt mehr oder weniger tief braun, Zucker und Schwefelsäure rosenroth. Diese Zellen enthalten also stets Proteinstoffe. In keinem von mir untersuchten Fall bin ich im Stande gewesen, eine Durchbrechung der Querwand und eine Vereinigung der Zellen zu Röhren, wie dies bei den eigentlichen Gefässen Statt hat, zu finden. Der Name „eigene Gefässe" ist daher wegen Abwesenheit der Durchbrechung der Querwand nicht passend, ebensowenig als die Holzzellen der Coniferen Gefässe genannt werden können. Dass aber die in Rede stehenden Zellen sich vor dem benachbarten Gewebe auch ohne Durchbrechung der Querwand besonders zur Saftleitung wegen ihrer grösseren Länge eignen, ist nicht in Abrede zu stellen. Da sie stets, oft sehr dick, mit Proteinsubstanzen, also mit verarbeiteten Stoffen erfüllt sind, die sicher nicht an Ort und Stelle zubereitet wurden, empfängt auch durch ihren Inhalt die Hypothese von Mohl, dass diese Zellen zum System des absteigenden Saftes gehörten, eine Bestätigung. Da ich nun von diesen Zellen noch oft reden muss, da der Name Mohl's „Vasa propria" nicht passend ist und der Ausdruck „Gitterzellen" auf sie ebensowenig Anwendung finden kann, da es auch unpassend ist, wie Mohl gezeigt hat (l. c. p. 894), jene Zellen mit dem Namen „Cambiumzellen" zu belegen, wie Mirbel, Schleiden und Andere thun, so ist es angemessen, ihnen einen Namen zu geben. Da sie der Leitung des verarbeiteten

Saftes aller Wahrscheinlichkeit nach dienen, nenne ich sie Leitzellen (cellulae conductrices). Chatin (Compt rend. 1855. Sizzung vom 24. September und 29. October; anat. comp. p. 17 ff.) bezeichnet den Strang dieser Zellen bei den Anacharideen und gefässlosen Hydrocharideen überhaupt als faisceau fibreux, wodurch allein das système ligneux dieser Pflanzen gebildet werde. Sie als zum Holz gehörig zu betrachten, ist aus mehreren Gründen unzulässig; erstens wegen der grossen Dünnheit und Zartheit der Wand, die sich auch chemisch als nicht verholzt zeigt, indem Jod und Schwefelsäure sie blau färben, obgleich hin und wieder, wie bei Nymphäen, schwer; zweitens wegen ihres stickstoffhaltigen Inhalts, welcher beweist, dass sie eine ganz andere physiologische Function als die Holzzellen haben, da diese im entwickelten Zustande nie mit stickstoffreichen Substanzen erfüllt sind, und drittens wegen ihrer Gestalt, die fast parenchymatisch mit beinahe horizontalen oder nur wenig schiefen Querwänden, aber nicht so spitzig prosenchymatisch wie bei den Holzzellen ist. Die Pflanze des dammschen Sees hat, wie bei den Anacharideen überhaupt, im ausgebildeten Stamm ein einziges centrales Leitzellenbündel (fasciculus cellularum conductricum) ohne Spiral- oder Ringgefässe; dies liegt um einen centralen grösseren Gang (Fig. 11 c), den ich von elf Zellen begrenzt gesehen habe, die alle mit gewölbter Wand in ihn hineinragten. Auch in der Gattung Najas, bei Zanichellia palustris und Ceratophyllum demersum findet sich ein solcher centraler Gang. Im erwachsenen Stamm dieser Pflanzen erscheint er, wie bei der Udora occidentalis Koch, ganz als Intercellulargang und scheint nicht aus einer grösseren centralen Zellreihe entstanden zu sein; dennoch habe ich aus der Analogie mit Anacharis Alsinastrum Ursache, anzunehmen, dass er aus einer Reihe centraler Zellen entstanden, ja sogar ursprünglich ein Gefäss gewesen ist, welches aber, wie bei Anacharis Alsinastrum, sehr früh zu Grunde gegangen ist (vrgl. die Anatomie des Stammes von Anacharis Alsinastrum). Leider kann ich jetzt die Sache nicht entscheiden. Die Schutzscheide (vrgl. über diese Bezeichnung die Anatomie des Stammes der Anacharis Alsinastrum) fand ich bei der pommerschen Pflanze nie deutlich, sah jedoch in einigen Schnitten eine Andeutung davon. Mark ist nicht vorhanden, ja, da die Zellen zunächst dem centralen Intercellulargange sich gleich gross mit den anderen des Leitzellenbündels im Querschnitt zeigen, so fehlt jede Andeutung davon, die doch bei Anacharis Alsinastrum und Najas major da ist, indem hier die dem

mittleren Gange zunächst liegenden Zellen weiter sind als die anderen. Ceratophyllum demersum hat ein deutlich entwickeltes Mark, welches aus stärkehaltigem Parenchym besteht. Um das Leitzellenbündel herum liegt bei der stettiner Pflanze langgestrecktes Parenchym (Fig. 11 P, P), welches ich als Rinde bezeichne, da es seiner Lage nach dieser entspricht, obgleich der Gegensatz zum Mark fehlt. Die Breite seiner Zellen verhält sich zu deren Länge wie 1:5 — 12 (B.:L. = 1:5 — 12), sie werden $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$ paris. Duod.-Linien lang; die inneren enthalten neben farblosem Saft farblose kleine Proteinkörnchen, die äusseren sparsames Chlorophyll. Die äusserste Zelllage des Stengels, welche die Stelle der Epidermis vertritt, ist ähnliches Parenchym, dessen Zellen nur kürzer ($\frac{1}{30}$ — $\frac{1}{7}$''' paris. duod. lang) sind und ebenfalls Chlorophyll führen, aber etwas stickstoffhaltigen Inhalt auch zu besitzen scheinen, indem Zucker und Schwefelsäure in der erwachsenen Pflanze in der Rinde allein diese äusserste Zelllage schwach rosenroth färbten. Stomata sind nicht da. Eine chlorophylllose Zellschicht, eine eigentliche Epidermis ist, wie bei ganz untergetauchten Pflanzen oder Pflanzentheilen überhaupt, z. B. beim Stamm und Blatt von Najas major, minor, flexilis, Ceratophyllum demersum, Zanichellia palustris, Potamogeton lucens, praelongus und dem Stamm von Potamogeton natans, nicht da. Treviranus war der Erste (Verm. Schriften. 1821. IV. p. 76; Physiologie. I. p. 460), welcher fand, dass die Epidermis bei Potamogeton crispus wenigstens an der unteren Blattseite fehlt, und die Abwesenheit derselben bei untergetauchten Pflanzen im Allgemeinen vermuthete. Später wies dies Brogniart bei untergetauchten Blättern anderer Pflanzen (Recherches sur la structure et la fonction des feuilles. Ann. d. sc. nat. 1830. XXI. p. 442) nach; Chatin (Compt. rend. 1854. XI. p. 1047) schreibt ihm daher mit Unrecht die Entdeckung davon zu. Schwimmende Blätter, wie die der Nymphäen, haben jedoch auf der unteren Seite eine chlorophylllose Zellschicht, eine Epidermis, obgleich ohne Stomata. Dicht am Leitzellenbündel tritt das Parenchym zu kleinen, unregelmässigen Luftgängen auseinander, die von drei bis fünf Zellen begrenzt sind; aber in der Mitte zwischen der äussersten Zellschicht und dem Leitzellenbündel findet sich in der Rinde meist ein Kreis eiförmiger oder runder Luftgänge, deren Zahl bis zwölf beträgt, welche von dreizehn bis achtzehn Zellen umgeben sind (Fig. 11 g). Zwischen den Luftgängen und der Cuticula des Stammes liegen 1 — 4 Schichten von Parenchym, 1 — 2, meist 2, gegen die Mitte des Internodiums, 3 — 4 in der Nähe der Knoten. Oft

entwickelt sich nicht bloss ein Kreis grösserer Luftgänge, sondern zwei, indem sich die äusseren der kleineren Intercellulargänge (Fig. 111) zu einem zweiten Kreise grösserer Luftgänge ausbilden. Das Entstehen der Luftgänge lässt sich in den jüngeren Internodien leicht verfolgen. Zwischen vier Zellen bildet sich durch blosses Auseinandertreten ein Intercellulargang; die vier Zellen, welche um denselben liegen, vermehren sich in radialer Richtung auf den Intercellularraum zu 5, 8, 9, 13, 14, 15, ja 18, und der Luftgang ist gebildet. Ein Internodium des erwachsenen Stengels hat eine Länge von ¼—3″ paris. duod. Verfolgt man ein Stengelglied von unten nach oben bis zu einem Knoten, so hören an diesem seine langen Zellen plötzlich auf, und im Leitzellenbündel tritt eine horizontale Lage von höchst kurzen, trüben, kugligen, dicht geschlossenen Zellen ein, und statt der langen Zellen des Parenchyms des Stengelglieds eine horizontale, flache Lage von mehr oder weniger kugligen, die beträchtliche Intercellularräume zwischen sich lassen, aber an den Stellen, wo sie an einander liegen, dies so genau thun, dass der Berührungsort sich durch eine ei- oder kreisförmige Linie abzeichnet. Der Punkt, wo das Leitzellenbündel ganz kurze Zellen hat, ist derjenige, von welchem die Leitzellenbündel der Blätter, Wurzeln und axillaren Stengel entspringen; ihr Anfang besteht auch aus kugelförmigen Zellen, die aber noch in der horizontalen, flachen Lage des kugligen Rindenparenchyms des Knotens nach aussen hin länger werden. In Bezug auf diese locale Verkürzung seiner Zellen verhält sich das Leitzellenbündel ganz wie sonst die Zellen eines Gefässbündels, die auch in den Knoten, wo Blatt, Ast und Blüthe entspringt, oder an Stellen, wo Wurzeln abgehen, bei Dikotyledonen und Monokotyledonen kürzer und gewöhnlich auch dicker sind als im Internodium. Oft bewahren die Gefässe allein in den Knoten, in diesen kurzen Zellen, ihre spiraligen Verdickungen, wenn diese und die ringförmigen durch starke Dehnung in den Internodien zerrissen und theilweise oder ganz resorbirt sind. Bei Zanichellia palustris, Potamogeton praelongus, natans, lucens, selbst beim Blatt- und Blüthenstiel sämmtlicher Nymphäaceen-Arten (z. B. Nymphaea alba, Victoria regia) meint man es in der Mitte des Internodiums oder Blatt- und Blüthenstiels nur mit Leitzellenbündeln zu thun zu haben, da sich oft gar keine Spur von Spiralgefässen findet, aber die kurzen Zellen der Knoten oder des Insertionspunktes des Blatt- und Blüthenstiels zeigen, wie die jüngeren Zustände derselben, die Spiral- und Ringgefässe. Schleiden fand Spiralgefässe bei Zani-

Erscheinung ist sonst wie bei Najas und Vallisneria, mit dem Unterschiede, dass der rotirende Zellinhalt bei der Pflanze des dammschen Sees keine Stärke enthält, sondern Chlorophyll in den äussersten Zelllagen und weissliche Proteinkörnchen in den inneren. Der Cytioblast verschwindet, bevor Rotation eintritt.

Gegen die Spitze des Stammes werden die Internodien allmälig kleiner, die Leitzellen sowohl als das Parenchym der Rinde nehmen an Länge ab und das Chlorophyll verliert sich allmälig, bis dicht unter der Terminalknospe die Zellen aller Internodien von denen der Knoten und die Zellen des Rindenparenchyms von den Leitzellen nicht mehr zu unterscheiden sind; alle sind kuglig oder schwach polygonal, trübe und mit weisslichen Körnchen erfüllt. Die Terminalknospe (XXV. 1) ist im unteren Theil kegelförmig, oben fast cylindrisch und im obersten Theil ohne Blattanlagen, ähnlich wie die von Ceratophyllum demersum, Lycopodium clavatum und Anacharis Alsinastrum. Der freie Theil ist etwa 1¼ mal so lang als breit und äusserst trübe, so dass ich selbst unter Kali oder verdünnter Schwefelsäure, welche oft die unklarsten Gewebe deutlich machen, Zellen nicht recht unterscheiden und daher auch (Fig. 1) nicht zeichnen konnte. In der Mitte der Terminalknospe zählte ich jedoch ungefähr 13 Zellen in ihrem Durchmesser; ihr Wachsthum tritt wahrscheinlich nicht bloss durch Vermehrung einer Zelle, der Scheitelzelle, ein, denn dafür ist die Terminalknospe zu dick, sondern mehrerer. Zucker und Schwefelsäure färbten den Inhalt aller Zellen der Terminalknospe, ohne Ausnahme, auch die des Rindenparenchyms, rosenroth; im jugendlichen Zustande enthalten also alle gleichmässig Proteinstoffe.

Der Stamm hat keine Cambialschicht („Verdickungsring", Schacht, Pflanzenzelle p. 246, oder nach der verbesserten Benennung desselben Schriftstellers (Baum p. 369) „Verdickungsrohr"), ebensowenig wie zahlreiche andere Pflanzen, und verdickt sich nicht. Er wächst bloss durch das terminale Cambium seiner Spitze; auch in der Terminalknospe ist eine Cambialschicht als „concentrischer Ring" (Schacht, Pflanzenzelle p. 176) nicht zu finden, obgleich Schacht dessen Anwesenheit als allgemein behauptet. Ueber die Auffassung der Schutzscheide, von der die Pflanze des dammschen Sees nur Spuren zeigt, als nicht entwickelte Cambialschicht, werde ich bei Anacharis Alsinastrum sprechen.

3. Das Blatt der Pflanze des dammschen Sees.

Es ist sitzend. Die untersten Blätter des Stengels sind schuppenartig und deltoidisch, die höheren eiförmig oder oblong, die meisten (XXV. 9) lanzettförmig mit Annäherung zum Linealen, mit parallelen Rändern. An der Spitze nehmen sie ziemlich plötzlich an Breite ab, oder verschmälern sich allmälig. Sie sind gezahnt und stachelspitzig. Die Zähne erheben sich mit 3 — 8 Zellen und mehreren über den Blattrand (XXVII. 34); nur an der Basis des Blattes ragen einige wenige Zähne allein mit einer Zelle über den Blattrand hervor. Die Spitzenzelle des Zahns ist braun, gebogen und nach der Blattspitze gerichtet. Das Blatt ist 2 — 8‴ paris. doud. lang, meist 5 — 7‴, und ¾ — 1‴ breit; jedoch habe ich auch Blätter von 1¼‴ Breite gesehen. Die Zahl der Zähne schwankt zwischen 8 — 25 auf jeder Seite. Das Blatt bildet mit dem Stengel einen mehr oder weniger spitzen Winkel und ist entweder gerade oder, besonders an den Zweigspitzen, mit der Spitze zurückgebogen. Es hat nur ein mittleres Leitzellenbündel (Fig. 8c) ohne Gefässe und besteht, wie der Querschnitt zeigt (Fig. 8), nur aus zwei Zelllagen, dicht am Leitzellenbündel aus drei, zwischen denen sich in der Nähe des letzteren einige mit Luft erfüllte Intercellulargänge finden (Fig. 8, a, a, a, a, a). Die langgestreckten Zellen des Leitzellenbündels führen grünlich grauen, sehr feinen Körnerstoff (Proteinstoffe mit etwas Chlorophyll). Die Parenchymzellen des Blattes enthalten Chlorophyll. Die Zellen des Randes, auch die äussersten, haben eben so viel Chlorophyll, oder nur etwas weniger, als die der eigentlichen Scheibe, sind auch nicht länger oder dünner, oder doch nur sehr wenig, als die letzteren; wogegen die Randzellen bei den meisten Arten von Elodea, Anacharis und Lagarosiphon länger und schmäler als die der Scheibe und ärmer an Chlorophyll sind. Durch dies Verhältniss lässt sich die Gattung Hydrilla bloss durch die Randzellen des Blattes von den meisten Arten anderer Gattungen der Anacharideen unterscheiden. Wie der Stengel zeigt das Blatt Rotation des Inhalts seiner Zellen. Die Rotationsebene fällt mit der des Blattes zusammen; der Zellinhalt kreist an den Seitenwänden der Blattzellen und steht still auf der Innen- und Aussenwand. Die Chlorophyllkörner bewegen sich auf ihrer flachen Seite. Auch der Inhalt der Leitzellen ist in lebhafter Bewegung; die Richtung der Bewegung ist in benachbarten Zellen ohne Gesetz, wie es scheint, oft einander entgegengesetzt (Fig. 10). Ich sah keine Bewegung

in jüngeren Zellen, die noch den wandständigen Kern hatten, ausser in den Spitzenzellen der Blattzähne.

Was die Entwicklung des Blattes anbetrifft, so ist die Spitze zuerst fertig, später die Basis; der Rand scheint an der Basis der Zähne der jüngste Theil zu sein. Ein Längsschnitt der Terminalknospe zeigt die äussere Gestalt der ersten Stufen des Blattes in fortschreitender Reihe (Fig. 1a, b, c, d, e, f, g, h, i, k, l); bei der Trübheit der Terminalknospe konnte ich nicht erkennen, ob der erste Blattanfang durch Erhebung einer Zelle oder mehrerer eintritt. Ich habe es versäumt, die Frage scharf ins Auge zu fassen, ob das Blatt im Anfang in allen seinen Zellen, auch in denen der Spitze, neue Zellen bildet, wie es beim Blatte der Anacharis Alsinastrum und vielen anderen von mir untersuchten Pflanzen der Fall ist, oder ob die Spitzenzelle sich nie theilt, was freilich der Analogie wegen höchst unwahrscheinlich ist. Darüber bei Anacharis Alsinastrum mehr. Einige Male sah ich an der Terminalknospe deutlich, dass das jüngste Blatt, von der Seite gesehen, zwei Zellen auf der Spitze über einander zeigte (Fig. 2a, welche das Blatt Fig. 1a darstellt). Ein älterer Zustand zeigte, in derselben Weise gesehen, eine Spitzenzelle und an der Basis eine Dicke von drei bis vier Zellen (Fig. 3). Der Inhalt der Zellen des jungen Blattes ist weissliche, feinkörnige Proteinsubstanz. Ein etwas älterer Zustand des Blattes (folgend auf Fig. 1f) zeigt dasselbe schon in breit-eiförmiger Gestalt mit lichterem Zellinhalt und deutlicher Erhebung der Spitzenzelle. Diese ist dann von allen schon die klarste und grösseste (Fig. 4d). Der Rand ist noch durchaus ohne Zähne. Ein Blatt, etwas weiter vorgeschritten, zeigt sich lang-eiförmig, mit einer Spitzenzelle, die die anderen alle an Länge übertrifft; die Zähne desselben fangen an sich über den Rand zu erheben, und zwar an der Spitze des Blattes zuerst (Fig. 5). Es zeigt sich jetzt schon ein Unterschied zwischen Leitzellen und Parenchym; eine schmale, dunklere Linie deutet den Ort an, wo später das Leitzellenbündel liegt; im ersten Auftreten scheint es nur aus einer Zellenreihe zu bestehen. An dem Blatt Fig. 5 zeigt sich eine merkwürdige Verschiedenheit der Zellen der Spitze und der Basis. Fig. 6 stellt die der Spitze an der Stelle C Fig. 5, Fig. 7 die der Basis von der Stelle D Fig. 5 dar. Beim erwachsenen Blatte sind die Zellen der Basis und Spitze von gleicher Länge und gleichem Inhalt an Chlorophyll; bei dem jüngeren Blatte Fig. 5 sind sie jedoch noch ganz verschieden an Länge und Inhalt. Die Zellen der Spitze Fig. 6 zeigen

schon deutliche, wandständige, gut begrenzte Chlorophyllkörner, und ihre Breite zur Länge verhält sich wie $1 : 2\frac{1}{2} - 3$. Dagegen die Zellen der Basis (Fig. 7) zeigen noch kein Chlorophyll, sondern trüben, weisslichen, feinkörnigen Proteingehalt, und B. : L. = 1 : 1. Nach Inhalt und Länge der Zellen entwickelt sich also die Basis später als die Spitze. Dasselbe Resultat zeigt die Untersuchung der Zähne eines und desselben Blattes. Figuren 14, 15, 16 stellen eine Reihe von Entwicklungsstufen des Blattzahns dar, wie man sie an einem halb ausgebildeten Blatte, von unten nach oben in die Höhe gehend, findet. Zunächst der Basis sind noch keine Zähne, und die Zellen zeigen als Inhalt weisslichen Körnerstoff. Ziemlich entfernt von der Basis, unter der Mitte des Blattes, zeigt sich die erste Spur der Zähne, indem (Fig. 14a) die Wand der Zelle sich papillös nach aussen in der Mitte erhebt. Der Inhalt ist jedoch noch weisslicher Körnerstoff; Proteinfäden sind nicht sichtbar; ein weisslicher grosser Kern mit einem Kernkörper, der, nach der Lichtbrechung zu urtheilen, solide ist, zeigt sich. In der Mitte des Blattes findet sich die Anschwellung des jungen Zahns nicht mehr in der Mitte der Zelle, sondern sie liegt auf der der Spitze des Blattes zugekehrten Hälfte der äusseren Zellwand (Fig. 15d) und ist beträchtlich grösser als in Fig. 14d; der Inhalt hat eine grünliche Färbung angenommen, und es sind deutliche wandständige Proteinfäden, die vom Kern ausgehen, zu unterscheiden (Fig. 15d). In der Nähe der Spitze des Blattes hat der Zahn schon die ganze Breite der Zelle, aus der er sich erhebt, eingenommen (Fig. 16d), und diese ist schon durch einige andere Zellen (in Fig. 16 durch drei), die sich unter ihr befinden, über den Blattrand hinausgehoben. Die Spitze des Zahns (Fig. 16d) ist bereits gebräunt. Ausser deutlichen Proteinfäden, die vom Kern ausgehen, zeigen sich deutliche Chlorophyllkörnchen mit schlecht begrenzten weisslichen Körnchen vermengt. Auf der Spitze des Blattes ist der Zahn, mit dem sie schliesst, ganz entwickelt. Die Zähne des vollständig erwachsenen Blattes endlich, besonders die der oberen Blatthälfte, zeigen (Fig. 17) eine nach der Blattspitze gebogene braune Zelle mit wenig Chlorophyll an der Basis, aufsitzend auf mehreren anderen (3—8 und darüber), mit denen sie über den Blattrand hervorragt. Der Kern ist hier, wie in allen Zellen, verschwunden. Die Zähne bewahren jedoch den Kern länger als die übrigen Zellen des Blattes. Der Zellinhalt bewegt sich im Zahn nicht nur, wie in den übrigen Zellen des Blattes, in einer Ebene [illegible]ndern auch in

4. Die Nebenblätter.

Zwischen dem Blatte und der Axe stehen bei der Udora occidentalis Koch zwei oblonge, fast lineale Stipulae, die winzig klein, nämlich $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{4}$''' paris. duod. (0,1704 — 0,2204''') lang sind (Fig. 9 s, s u. 12); auf jeder Seite des Leitzellenbündels des Blattes steht eine. Solche Stipulae intrafoliaceae, aber von verschiedener Gestalt, haben alle Anacharideen; sie sind bisher ganz übersehen. Es wird sich später zeigen, dass sie in den einzelnen Gattungen an Gestalt constant sind und daher für die Unterscheidung einiger benutzt werden können. Die Nebenblätter der Pflanze des dammschen Sees sind am Rande papillös gefranzt (Fig. 12); es sind vier bis neun obere Randzellen in cylindrische Fortsätze ausgezogen. Die Membran dieser Papillen wird im Alter braun. In der Jugend sind alle Zellen der Stipula farblos und enthalten einen mehr oder weniger grossen, scharf abgegrenzten, weisslichen, ölartigen, etwas wolkigen Tropfen, den Jod dunkelbraun färbt. Fig. 28 stellt eine Zelle der Mitte einer Stipula und Fig. 29 eine Papille mit einem solchen Tropfen als Inhalt dar. Die Stipulae sind sehr zart, verwesen schnell und sind daher 4 — 5 Zoll unter der Terminalknospe meist nicht mehr zu finden; dicht unter der Terminalknospe sieht man sie am besten. Sie bestehen bloss aus Parenchym, ohne Gefässe, ohne Leitzellen. Mehrere einheimische Wasserpflanzen haben ähnliche winzige Stipulae intrafoliaceae, die bisher übersehen worden sind, so Zanichellia palustris, bei der sie pfriemenförmig sind, und Najas major, wo sie ei-lanzettförmig und $\frac{1}{4}$ — $\frac{2}{5}$''' paris. duod. (genauer 0,2568 — 0,4075''') lang sind; bei beiden sind sie ganzrandig, ohne Gefässe, ohne Leitzellen und bestehen aus Parenchym. Aehnlich diesen Stipulis intrafoliaceis bei den genannten phanerogamen Wasserpflanzen sind die winzigen einzelnen Stipulae, welche auf der Basis der inneren Blattseite bei den Selaginellen (Müller, Botan. Zeitg. 1846. p. 543; Hofmeister, höh. Kryptogam. 1851. p. 114) sich finden; auch sie bestehen, z. B. bei Selaginella denticulata und inaequalifolia, nur aus Parenchym, ohne Chlorophyll, ohne Gefässe, sind lanzettförmig mit abgestutzter, oft ausgerandeter Spitze, an der Basis etwas angeschwollen, und die einzelnen Zellen der Spitze ragen häufig halbkuglig über den Rand hervor.

3. Die Wurzel.

Primäre Wurzeln existiren nicht, sondern nur Adventivwurzeln; je eine, seltener zwei bis drei, mehrere nur an der Basis des Stammes, kommen zwischen dem Blatte und der Axe, welcher es zugehört, oft zugleich mit dem Zweige, zum Vorschein (Fig. 18 r; 27 u, v, w). Die Wurzel ist bis etwa 8 Zoll lang und ½ Linie dick, überall von gleichem Durchmesser und ohne alle Verzweigung. Ich konnte keine Wurzelhaare an ihr finden, die mehreren Wurzeln, z. B. denen der Victoria regia, Euryale ferox, Nymphaea alba, fehlen. Die Farbe der Wurzel ist anfangs weisslich, später bräunlich. Wie der Stengel, zeigt sie kein Mark. Ein centrales Leitzellenbündel, umgeben von kürzerem Parenchym, durchzieht sie; ihr Leitzellenbündel enthält, wie das des Stengels, in seinem Centrum einen Canal. Der Inhalt ihres Rindenparenchyms sind weissliche, höchst feine Körnchen und ein wandständiger Kern. Ein Längsschnitt, der, wie in Fig. 30, gerade durch die Mitte der Spitze geht*), giebt über ihren Bau und ihr Wachsthum Aufschluss. Die Linie c geht über die Breite des cylindrischen Wurzelkörpers FGH; ABCF ist die Wurzelhaube, die mit der Spitze der Wurzel N verwachsen ist. Die Schichten der Wurzelspitze, welche der Buchstabe E bezeichnet, sind die Gegend, wo die Gewebstheile der Wurzel erzeugt werden, ihr Vegetationspunkt. Der Wurzelkörper FGH zeigt in der Mitte das Leitzellenbündel L, welches umgeben ist von der Rinde R, R. Die Leitzellen sind bei L, wo sie entstehen, breiter als lang, bei weiterer Entwicklung werden sie jedoch so lang als breit und endlich viel länger als breit; zwischen ihnen findet sich keine Luft. Die Rinde R, R zeigt zwei Theile, einen inneren, der bei Weitem am stärksten ist, welcher viel Luft in den Intercellulargängen enthält, und einen äusseren (Fig. 30 G, H), der nur drei Schichten umfasst, zwischen denen keine Luft ist. Die Wurzelhaube ABCF besteht aus neun Zelllagen, die zwei Verschiedenheiten zeigen: vier derselben, a', a, b, c, die äusseren, sind fast alle länger als die inneren und bedecken die Wurzelspitze weit hinauf, die innerste

*) Darstellungen von Längsschnitten von Wurzelspitzen, die nicht durch die Mitte gehen, sind für die Erkenntniss des anatomischen Baues der Wurzel ganz unbrauchbar, z. B. diejenigen, welche Link Icon. selec. anat. botan. 1839. fasc. I. tab. II. fig. 4 von Juncus tenuis und Anatomia plantarum. 1843. fasc. I. tab. IV. fig. 1 von Epidendron cochleatum giebt; der Schnitt ist hier am Vegetationspunkte vorbeigeführt!

Pflanz[illegible]

Pistia angiebt Klotzsch

lich[illegible] Stammes: die

[illegible]entsteht

[illegible]issensch.

Botanik. II. p. 119; Schacht, Flora 1853. No. 17), sondern hat ihren Ursprung ausserhalb der Rinde in dem Leitzellenbündel; sie zerstört vielmehr die Rinde in ihrer ganzen Breite. Ich habe bei der Pflanze des dammschen Sees keinen Grund, anzunehmen, dass die äusseren, sich zersetzenden Schichten der Wurzelhaube von innen her durch andere ersetzt würden. Dass die äusseren Schichten der Wurzelhaube durch innere ersetzt werden, nehmen Treviranus (Physiol. I. p. 381) und Schacht (Flora 1853. No. 17; Baum p. 58) an; Meyen aber (Physiol. II. p. 15) und Klotzsch (Pistia p. 16) behaupten das Gegentheil. Die Wurzelhaube zeigt zwei wesentliche Verschiedenheiten im Bau und in der Dauer der äusseren Schichten. 1) Es giebt Wurzelhauben, deren äussere Schichten sich nicht ablösen; die Wurzelhaube geht hier erst mit der Wurzel selbst zu Grunde. So bei den Nymphäaceen ausser Nuphar. Bei Victoria, Euryale, Nymphaea (besonders schön bei Nymphaea alba) ist die äusserste Schicht der Wurzelhaube aus stark verdickten, sehr festen Zellen gebildet, die, wie die Ziegel eines Bogenfensters, um einen idealen Mittelpunkt stehen und viel länger als breit sind; sie dauern so lange, als die Wurzel lebt. In diesem Fall findet kein Ersatz statt, da keine Abnutzung und Zersetzung stattfindet. 2) Es giebt aber andere Wurzelhauben, deren äussere Schichten dünnwandig, deren Zellen breiter als lang sind und die besonders auf der Spitze und an dem nach der Basis der Wurzel zu gerichteten Theil zerstört werden, indem die Zellen sich loslösen und zersetzen. Meyen bildet eine solche Wurzel von Tropaeolum majus ab (Physiologie Taf. VII. Fig. 5); diese Art Wurzelhaube findet sich auch bei Nuphar luteum, der Rosskastanie, Najas major und der Gattung Lemna. Bei einigen solchen Wurzeln mit sich zersetzenden äusseren Zellschichten habe ich Ersatz derselben gefunden, z. B. bei den Luftwurzeln der Orchideen. Vergl. Verhdl. d. naturh. Vereins d. preuss. Reinl. u. Westphal. Corresp.-Bl. No. 2 p. 60.

Die Wurzel zeigt, wie der Stamm, in gedrückten oder schiefen Querschnitten parallele Streifung, welche dieselbe Erklärung findet wie beim Stamm (p. 386). Ich konnte auf dem Längsschnitt zwar im Profil keiner Zellwand Wellung oder Faltung sehen, aber an den mir zugekehrten Wandflächen, welche an Intercellularräume grenzten, die mit Luft erfüllt waren, war häufig deutliche, schiefe Faltung sichtbar (Fig. 23), die sich sogar hin und wieder in Kreuzung mit der auf einer darunter liegenden Wand zeigte (Fig. 23 C). Die Wurzel hat keine grösseren Luftgänge wie der Stamm, sondern

nur kleine, von vier Zellreihen begrenzte Intercellularräume, die mit Luft erfüllt sind und der inneren Rindenschicht angehören.

6. Die Winterknospen der pommerschen Pflanze.

In welchem Zustande die Udora occidentalis Koch den Winter verbrachte, war bisher unbekannt. Herr Seehaus ist so glücklich gewesen, das Dunkel aufzuhellen. Den Winter bringt die Pflanze des dammschen Sees im Zustande oblonger, fast cylindrischer oder etwas keulenförmiger, stärkereicher Knospen, „Winterknospen" (J. F. Hoffmann), hin, also auf ähnliche Weise wie die Lemnaceen (J. F. Hoffmann, Wiegmann's Archiv. VI. I. 1840. p. 151; Meyen, Physiol. III. p. 51), Hydrocharis morsus ranae*), Utricularia vulgaris, intermedia und minor**), bei welchen drei letzteren die Winterknospen kuglig sind. Am 8. October 1853 schickte mir Herr Seehaus die Winterknospen der pommerschen Pflanze, die zum Theil noch mit den halb verwesten Resten der Stämme, an denen sie gewachsen waren, zusammenhingen. Fig. 38a stellt eine solche axillare Winterknospe, die noch mit dem Stamm, auf dem sie sich bildete, in Verbindung steht, dar. Gegen Ende des Sommers, mit sinkender Temperatur, gehen Stengel, Blätter und Wurzeln durch Fäulniss zu Grunde, aber die axillaren und terminalen Zweigknospen gestalten sich zu Winterknospen um, welche im Schlamm verborgen das Frühjahr erwarten und dann zu neuen Pflanzen erwachsen; sie sind in Ermangelung von geschlechtlich erzeugten Saamen das vegetative Organ der Fortdauer und Erhaltung. Die Winterknospen werden dadurch aus den Stammspitzen oder axillaren Zweigspitzen gebildet, dass die Internodien derselben

---

*) Bei Hydrocharis morsus ranae sind die Winterknospen angegeben von Linné (Fl. suec.), Nolte (Botan. Bemerkgn. üb. Stratiot. u. Sagitt. p. 6), Nees (Gen. plant. Fl. germ.), Chatin (Anat. comp. p. 9), Treviranus (Botan. Zeitg. 1857. p. 699, Taf. XI. Fig. 3). Aehnlich gestaltete Winterknospen hat Alisma parnassiaefolia.

**) Ich habe sie von allen drei Arten von Utricularia vor einigen Jahren untersucht. Chatin giebt im Allgemeinen von Utricularia an, dass diese Gattung „Bulbillen" bilde (l. c. p. 10). Chatin führt auch Winterknospen von einigen Arten von Potamogeton (Compt. rend. 1854. p. 1047; Anat. comp. p. 9) und Juncus (Anat. comp. p. 9) auf. Ich habe sie bei Potamog. compressus L., Agardh bei Potamog. pectinatus (Flora 1854. p. 755), Clos (Bullet. soc. bot. de France. 1856. p. 351) und Treviranus (Botan. Zeitg. 1857. p. 697, Taf. XI. Fig. 1) bei Potamog. crispus beobachtet. Nees giebt „Bulbillen" bei Vallisneria spiralis (Gen. plant. Fl. germ.) an. Die Winterknospen von Sagittaria sagittaefolia sind von Nolte (Botan. Bemerkgn. über Stratiotes u. Sagittaria. 1825) nachgewiesen. Nasturtium amphibium bildet auch dicke, kegelförmige, stärkereiche, axillare Winterknospen.

sehr kurz bleiben, die Blätter zu deltoidischen oder lanzettlichen Schuppen, die einander dicht dachziegelig decken, verkümmern und alle Organe und Gewebstheile, ausser dem Leitzellenbündel und der Terminalknospe, sich mit Stärke erfüllen. Die schuppenartigen Blätter der Winterknospe sind nicht lebhaft grün, sondern weisslich grün, heller an ihrer Spitze, dunkler an der Basis. Die Winterknospen sind $4\frac{1}{2} - 7'''$ paris. duod. lang und $1\frac{2}{3} - 2\frac{1}{3}'''$ dick. Als metamorphosirte Stammspitzen verhalten sie sich in Bezug auf die Zahl der Blätter in den einzelnen Quirlen, das erste Basalblatt (XXVII. 38b) und die Anzahl, in der sie in den Achseln der Blätter eines Quirls gebildet werden, ganz wie die gewöhnlichen Zweige. Die Stärke findet sich im Blatt und Stamm auch in den äussersten, der Epidermis entsprechenden Zelllagen. Fig. 36 stellt ein Stärkekorn dar. Die Körner sind unregelmässig eiförmig, fast cylindrisch, an einem Ende oft verdickt, zeigen selten, wie Fig. 36, den Fritzscheschen Kern und nur bei günstiger Beleuchtung einige ungleich dicke Schichten. Unter polarisirtem Licht stellt sich auf ihnen ein schwarzes Kreuz dar (Fig. 35). Ich möchte an dieser Stärke einige Erscheinungen ganz kurz andeuten, die alle Stärke zeigt, welche aber bisher theils unrichtig gedeutet, theils ganz übersehen sind, jedoch für die Erkenntniss des Baues der Stärke grosse Wichtigkeit haben. Das Stärkekorn zeigt nämlich bei stärkerer, 300—500maliger, Vergrösserung, weniger deutlich bei schwächerer oder noch stärkerer, bei scharfer Einstellung des Randes — mein Mikroskop ist ein Benèche mit kurzem Tubus von 18 Cm. Länge und kleinem Gesichtsfelde — entweder im ganzen Umkreise oder auf einer Seite einen hellen Schein, den ich, ohne der Deutung der Erscheinung irgend wie vorzugreifen, schlechtweg „den Schein" nennen will, der besonders hervortritt, wenn man das Licht durch Vorhalten der Hand vor den Spiegel etwas abschwächt, oder den Spiegel so stellt, dass das Feld des Mikroskops halb dunkel ist (Fig. 37a u. 36a). Dieser Schein zeigt sich aussen oft deutlich durch eine dunkle Linie begrenzt, und ausserdem werden unter Bedingungen, deren ich nicht Herr werden konnte, bei sehr gutem Licht noch ein (Fig. 37b) bis zwei, ja drei und vier andere, kürzere dunkle Linien parallel mit der Grenze des Scheins sichtbar. Im Innern des Stärkekorns zeigt sich auch, entweder im ganzen Umfange oder meist auf einer Seite, und zwar der dem Schein abgewandten, eine dunklere, deutliche Linie parallel mit dem Aussenrande (Fig. 37c). Oft sind ausserdem noch eine (Fig. 37d), ja zwei und drei der eben

erwähnten, parallel laufenden Linien im Stärkekorn selbst zu bemerken. Diese Linien sind in ihrer Richtung häufig den deutlich bemerkbaren Schichten des Korns (Fig. 37e, f) entgegengesetzt, und geben schon dadurch zu erkennen, dass es keine Schichten sind. Der Schein ist von Naegeli als Membran aufgefasst worden (Naegeli und Schleiden, Zeitschr. f. wissensch. Bot. III u. IV. p. 117 ff. Taf. III. Fig. 14 u. 15); er bleibt unter Jod und selbst unter Chlorzinkjod nach beträchtlichem Aufquellen des Korns. Ich empfehle die Stärke von Ceratophyllum demersum, Myriophyllum verticellatum, Aesculus hippocastanum zur Beobachtung dieser Erscheinungen. Nicht bloss Stärkekörner, sondern auch Chlorophyllkörner (darüber später etwas Näheres bei Anacharis Alsinastrum), Zellkerne, Proteinkörnchen, Zellmembranen (z. B. die Fäden von Pilzen und Algen: Peronospora, Oedogonium), Pollenkörner haben diesen Schein, der gewiss nicht überall dieselbe Bedeutung hat. Naegeli fasste ihn bei der Stärke als eine Membran auf, die „wahrscheinlich aus Gallerte" besteht (l. c. p. 121); bei Zellkernen, Chlorophyll- und Farbekörnern früher jedoch als Cellulose-Membran, was er jedoch neuerlich zurückgenommen hat (Naegeli, systemat. Uebersicht der Erscheinungen im Pflanzenreich. 1853. p. 16). Ich möchte hier von dem Schein nur in Bezug auf die Stärke handeln. Allerdings kann eine Membran oder eine Gelatineschicht, und ich werde später zeigen, dass der Schein bei den Chlorophyllkörnern für eine Gelatineschicht zu halten ist, aussehen wie er, aber er kann auch eine bloss optische Erscheinung sein, und dass er dies bei den gewöhnlichen Stärkekörnern ist, könnte man aus mehr als einem Grunde vermuthen. Denn 1) zeigen sich oft neben der Grenzlinie des Scheins 1, 2, 3 concentrische Linien, die mit ihm gleicher Entstehung zu sein scheinen, und die sicher nur optische Erscheinungen sind. Besonders gut lassen auch Pollenkörner diese Linien erkennen, z. B. die von Lemna minor, wo ich einmal fünf solcher concentrischer Linien sah. 2) Unorganische Körper zeigen dieselben Erscheinungen, die bei ihnen allein optischer Art sein können. Wenn man einen Tropfen Oel in einigen Tropfen Wasser zu höchst kleinen Kügelchen (von $\frac{1}{600}$ — $\frac{1}{300}$''' Durchmesser) zerschlägt, so zeigen diese den Schein und dessen concentrische äussere Linien und in ihrem Innern, wie die Stärke, auch ein bis drei concentrische Linien, parallel mit ihrer Begrenzung, und sind von kleinen Stärkekörnchen optisch nicht zu unterscheiden. Luftbläschen von sehr geringem Durchmesser zeigen auch den Schein.

Da die richtige Auffassung des Scheins und der dunklen Linien für die Kenntniss des Baues der Stärke, des Chlorophylls u. s. w. von grosser Wichtigkeit ist, und da hier optische Erscheinungen schwierigerer Art vorlagen, bat ich Herrn Professor Helmholtz um seinen Beistand. Herr Professor Helmholtz untersuchte die Sache mit mir zusammen und erklärte den Schein und die erwähnten Linien bei unorganischen Körpern, wie Luftblasen, Oeltropfen, Kohlenstückchen, für Interferenz-Erscheinungen, und hat mir mehrere analoge Fälle nachgewiesen. Stellt man z. B. ein Stückchen Pappe mit scharf beschnittenen Kanten an ein Fenster, welches von der Sonne beschienen wird, und beobachtet es mit einem Fernrohr, dessen Objectivglas mit einem Stück Papier bedeckt ist, das nur in der Mitte eine kleine Oeffnung hat, so sieht man an einigen Kanten des Stückes Pappe, parallel mit seinen Umrissen, einen helleren Rand, begrenzt durch eine dunkle Linie. Hält man ferner ein Stück Papier, in welches man ein Loch mit einer Stecknadel gebohrt hat, gegen die Sonne und betrachtet das Loch durch das Loch eines zweiten Stückes Papier, welches man auch mit einer Stecknadel gemacht hat, so erscheint das Loch des gegen die Sonne gehaltenen Papierstückes scharf dunkel begrenzt, aber ringsum erscheint ein hellerer Ring, der von ein bis zwei, ja drei concentrischen, schwarzen Linien eingefasst ist. So viel wurde mir durch die belehrenden Mittheilungen des Herrn Professor Helmholtz klar, dass die dunklen Linien in und ausser dem Stärkekorn, die ich früher beschrieb, Interferenz-Erscheinungen sind, und dass auch der Schein bei der Stärke in diese Kategorie optischer Phänomene gehören könnte. Aber es wäre eben so gut möglich, dass bei der Stärke die rein optische Erscheinung des Scheins zusammenfiele mit einer wirklichen, das Stärkekorn einschliessenden stofflichen Hülle. In einigen Fällen habe ich in der That eine Hülle nachweisen können, z. B. in der Familie der Nymphäaceen. 1) Im Perisperm der eben befruchteten Saamenknospe von Euryale ferox löste sich bei den aus dreissig und mehr Körnchen gebildeten Stärkekugeln nach Behandlung mit Jod oder auch Chlorzinkjod eine deutliche, von dem Sammelkorn weit abstehende, dasselbe ganz umgebende, farblose Hülle ab, die durch eine scharfe Linie begrenzt war. 2) Im Perisperm des ausgebildeten Saamens der meisten Nymphäaceen, am besten bei Victoria regia und Euryale ferox, undeutlich bei Nymphaea alba, lässt sich die die einzelnen Stärkekörnchen und Sammelkörner einschliessende Hülle durch Behandlung mit verdünnter

Schwefelsäure und Auswaschen mit Wasser als zusammenhängendes Skelett darstellen. Diese Hülle ist stickstoffhaltig. Es würde mich zu weit führen, das Nähere hier anzugeben; ich behalte mir dies für einen anderen Ort vor. Diese wirkliche, stickstoffhaltige Hülle der Stärkekörner der Nymphäaceen ist jedoch von dem Schein etwas Verschiedenes. Sieht man die ganze Masse der Stärke einer Zelle aus dem Saamen einer Nymphäacee unter Wasser, so erscheint die Hülle als dunklere, lichtgraue Substanz, in Form von netzartigen Linien zwischen den Körnchen und Sammelkörnern; wäre sie identisch mit dem Schein, so müsste sie sich heller als die Stärkekörnchen zwischen diesen darstellen. Da sich obenein bei der Stärke der meisten Pflanzen, z. B. der Kartoffel, der Rosskastanie, keine solche Hülle nachweisen lässt, so ist es sehr wahrscheinlich, dass der Schein der Stärke rein optischer Art und eine Interferenz-Erscheinung ist. Im Unterschiede von der Stärke findet sich beim Chlorophyll eine wirkliche äussere Hülle, die ich für eine Gelatineschicht halte und die Naegeli längst als „Membran" bezeichnet hat. Die Interferenz-Linien, welche das Stärkekorn zeigt, sind bisher wohl stets mit Schichten verwechselt, denn es wäre sonst auffallend, dass ungeschichtete Stärke, welche bei zahlreichen Pflanzen vorkommt, z. B. im Perisperm der Victoria regia und in der Wurzel von Jatropha Manihot, bisher von Niemand angeführt ist.

Die Winterknospe der Udora occidentalis Koch enthält allein Stärke; sonst ist sie mir nirgend in dieser Pflanze begegnet. Die Leitzellen enthalten keine Stärke, sondern Proteinstoffe, die durch Jod braun werden und sich auch in geringerer Menge neben der Stärke in den anderen Zellen finden. Auch die Stipulae enthalten Stärke; nach der Terminalknospe zu werden die Stärkekörner kleiner und hören in ihr auf; sie ist mit Proteinstoffen erfüllt. Die grünliche Färbung der Schuppenblätter wird durch höchst kleine Chlorophyllkörner hervorgebracht. Scheinbar ist die Stärke selbst grün; dies ist aber nicht der Fall, wie man sich überzeugen kann, wenn man durch Rütteln die Stärkekörner aus den Schnitten herausschafft, so dass man sie einzeln sehen kann. Sie erscheinen dann ungefärbt.

Die Wände der Zellen des Stammes der Winterknospe sind sehr verdickt, die dicksten, welche die Pflanze bietet. Die Ecken der Zellen sind fast collenchymartig, aber auch hier konnte ich durch concentrirte Schwefelsäure, oder Jod und Schwefelsäure, schwache oder concentrirte, weder bei plötzlicher noch langsamer Einwirkung

keine Intercellularsubstanz auffinden; dagegen zeigt sich eine braune Cuticula nach Anwendung von Jod und Schwefelsäure oder concentrirter Schwefelsäure sehr deutlich.

Aus dem Vorangehenden sind für die ferneren Untersuchungen folgende Punkte die wichtigsten:

1) dass die Zähne*) mit drei bis acht Zellen über den Blattrand hervorragen;
2) dass die Randzellen des Blattes nur wenig oder gar nicht schmäler, länger und chlorophyllärmer sind als die Zellen der Blattscheibe;
3) dass die lanzettförmigen-Stipulae gefranzt sind;
4) dass der axillare Zweig an der Basis ein einziges stengelumfassendes Blatt, nicht zwei seitliche, hat.

Hydora lithuanica Andrz.

Die nächste Frage in der Untersuchung ist die: wie verhält sich die pommersche Pflanze zu der Hydora lithuanica Andrz., welche in einigen Seen Lithauens bei Wilna vorkommt?

Wer die Hydora lithuanica Andrz. zuerst gefunden hat, ob Andrzejowski, Besser oder Gorski, geht aus den darüber vorhandenen Nachrichten nicht hervor. Andrzejowski hat sie zuerst privatim Hydora lithuanica nach Besser's eigener Angabe benannt, und Besser sie mit diesem Namen unter seinen Freunden verbreitet (Flora 1832. Beiblatt p. 13). Die erste öffentliche Nachricht von ihr giebt E. Eichwald in seiner naturhistor. Skizze von Lithauen, Volhynien und Podolien. Wilna 1830. p. 127, wo es heisst: „Udora verticillata Spr. (Serpicula Willd.) in Lithauen, im Trotzkischen Kreise und auch 2 Meilen von Wilna, in den Seen von Antowilia, wo Herr Gorski die Pflanze schon seit 8 Jahren in sehr verschiedenen Jahreszeiten beobachtet, ohne sie je blühend bemerkt zu haben, doch scheint sie einst, im Zimmer gehalten, eine Spatha getrieben zu haben.“ Einige Nachrichten theilt ferner Besser (Flora 1832. Beiblatt p. 12) mit. Er hat sie mehrere Jahre lang

*) Ich bemerke für die ganze folgende Untersuchung, dass, wenn ich von Zähnen spreche, damit immer die am besten entwickelten, welche die Zahnform repräsentiren, wie sie sich in der Mitte des Blattes finden, gemeint sind, nicht die mehr oder weniger verkümmerten der Basis des Blattes.

„durch die Güte des Herrn Professor Wolfgang" cultivirt, aber nur einmal hat sie geblüht, „hatte jedoch nur ein Paar Blüthen in den Winkeln der Blätter". Besser beschreibt die Blüthentheile folgendermaassen: „Ovarium sessile inferum, subulatum, fere pollicem longum, vix infra medium diametri 1''', uniloculare, subpolyspermum, ovulis granulatis, ellipsoideis, compressis, radicula manifesta laterali et, in tantum recordor, semina parietibus affixa. Calyx superus 4-fidus, laciniis linearibus obtusis, duabus oppositis longioribus, 1½—1'''. Staminum vestigia nulla. Stigma breve trilobum. Herr Professor Wolfgang hat mir eine Abbildung der vermeintlichen Blüthe zugeschickt, aber es waren keine Geschlechtstheile entwickelt." Die Beschreibung ist so unklar, zum Theil so unbotanisch und dem Charakter der Anacharideen widersprechend („calyx 4-fidus"), das Material, welches dabei vorlag, so zweifelhaft, dass sie ohne allen Werth ist. In der Flora rossica von Ledebour (1852. Fasc. 12 p. 46) wird die Pflanze unter dem Namen Udora lithuanica Bess. (sollte heissen Hydora lithuanica Andrz.) angeführt, und ausser dem See Antowilia auch der See Swinta, beide bei Wilna, als Fundort angegeben.

Reichenbach (Fl. excurs. 1830—33. Addend. et corrig. p. 139 und auf dem Zettel der Udora pomeranica Reich. in Fl. exsicc. germ.), der die Pflanze von Besser aus dem See Szuriuta empfangen hatte, erklärt sie für dieselbe Art, als die pommersche Pflanze*). Bluff, Nees v. Esenbeck und Schauer (Comp. Fl. germ. 1837. p. 725) geben Unterschiede zwischen beiden an, entscheiden aber die Frage, ob sie zu einer Art gehören, nicht. Koch (Synop. 1837. edit. I p. 669; edit. II p. 771) spricht sich gegen Reichenbach's Ansicht, dass sie zu einer Species gehörten, aus und giebt einige Unterschiede zwischen ihnen an.

Ich habe von Hydora lithuanica Andrz. zwei Exemplare mit Wurzeln und zwei Stück ohne Wurzeln aus dem kaiserl. Herbarium in Wien, von Gorski gesammelt, vor mir; ferner ein Stück ohne Wurzeln aus dem herb. Reichenbach fil., auch von Gorski 1842 gesammelt, mit der Beischrift: „in lacubus, stagnis, piscinisque Lithuaniae"; ein schönes, bewurzeltes Exemplar aus dem herb. univ. Lipsiensis, gleichfalls von Gorski 1842 gesammelt, mit der Beischrift des vorigen und dem Zusatze: „non rara!" und zwei Exem-

*) Auf dem Zettel eines von Schmidt, dem Mitarbeiter Rostkow's, gesammelten Exemplars der pommerschen Pflanze im herb. univ. Lipsiens. spricht sich auch dieser sehr entschieden für die Artgleichheit beider Pflanzen aus.

plare aus dem herb. univ. Lips., von Besser 1831 im See Swinta bei Wilna gesammelt. Auch habe ich zwei kleine, ästige Original-Exemplare, von Besser im See Swinta gesammelt, im herb. Jaques Gay in Paris gesehen. Das kleinere der beiden von Besser gesammelten Exemplare des leipziger Herbarium bezeichne ich mit I, das grössere mit II. II ist abweichend von I, welches letztere allen anderen Exemplaren der Hydora lithuanica, die ich gesehen habe, gleich ist. Nach genauer Untersuchung spreche ich die Identität der pommerschen und lithauischen Pflanze aus. Ich setze die Beschreibung der Form I hier her und schliesse die Punkte, in welchen die Form II von ihr abweicht, in Klammern. Die Unterschiede der Form I von der pommerschen Pflanze sind mit gesperrten Lettern gedruckt.

Hydora lithuanica Andrz. Radices tenues, aequales, simplices, usque ad 9'' longae, axillares, sparsae, infimae fasciculatim ex infimis nodis orientes. Caulis teres, 8—12'' altus, ex axillis foliorum sparse ramosus, vasis spiralibus destitutus, fasciculo cellularum conductricum medio, ductuum aëreorum cyclis duobus, stratis cellularum inter cuticulam et ductus aëreos duobus vel unico interpositis. Folia verticillata, sessilia, infima terna, ovata, $1\frac{1}{2}$''' longa, superiora quina, saepius quaterna („quaterna — septena, plerumque quina — septena" in II), lanceolata vel lineari-lanceolata 5—6''' longa et $\frac{3}{4}$—1''' lata, apice plus minus attenuata plerumque sensim in acumen tenue producta („breviter acuminata" in II), omnia dentata, uninervia, symptyxi imbricata, rigidula, plurima apice recurvata, nonnulla subcircinato-recurvata, rarius recta, irregulariter rugulosa et subplicata, margine crispula („plana, apice vix in apicibus ramorum paululum recurva, membrana tenuiori" in II); dentibus e 3—8 cellulis supra marginem prominentibus formatis, curvatis, utrinque 14—16, cellula apicali maxima, brunnea, ad apicem folii versa. Cellulae folii marginales vix vel paululum tantum angustiores, longiores et chlorophylli pauperiores, quam cellulae disci. Internodia plerumque breviora, 2—4''', rarius usque ad 1'' longa („longiora, usque ad 14''' longa" in II). Ramus basi folio unico, acute dentato, ovato, amplexicauli, apertura ab axi aversa, instructus. Stipulae intrafoliaceae binae, minimae, $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{3}$''' longae, margine 6—7 papillis, denique brunneis, delicatulae, albidae, chlorophyllum non continentes, vasis vel fasciculo cellularum conductricum destitutae.

Die pommersche und die lithauische Pflanze stimmen daher in der Art der Bezahnung, in Beschaffenheit der Randzellen des Blattes, dass diese gar nicht oder nur wenig schmäler, länger und chlorophyllärmer als die Zellen der Scheibe sind, in der Anwesenheit eines untersten, stengelumfassenden Blattes an der Basis des Zweiges, in den papillösen Stipulis und in den anatomischen Verhältnissen des Stammes überein. Die Form II ist auch sonst in Nichts von der pommerschen Pflanze verschieden; nur die Form I

zeigt einige unbedeutende Unterschiede. Diejenigen Botaniker, welche wie Koch, Bluff, Nees von Esenbeck, Schauer Unterschiede zwischen beiden Pflanzen angeben, scheinen von der lithauischen nur die Form I vor sich gehabt zu haben.

Koch führt folgende Verschiedenheiten zwischen der pommerschen und lithauischen Pflanze auf:

Die lithauische Pflanze:	Die pommersche Pflanze:
1) folia latiora,	1) folia lanceolato-linearia,
2) „ circinato-recurvata,	2) „ recta,
3) „ aculeato-dentata.	3) „ tenuissime mucronulato-serrulata, serraturis antrorsum versis.

Was den ersten Punkt anbetrifft, dass die Blätter der lithauischen Pflanze breiter sein sollen als die der pommerschen, so mag dies zufällig bei den Exemplaren der Fall gewesen sein, die Koch hatte, ist aber nicht der Fall bei denen, die mir vorliegen. Die Blätter beider sind im Allgemeinen von gleicher Breite. Auffallend ist es, dass Bluff, Nees von Esenbeck und Schauer (Comp. Fl. germ. p. 724) gerade das Gegentheil von der Angabe Koch's in Bezug auf die lithauische Pflanze behaupten:

Die lithauische Pflanze:	Die pommersche Pflanze:
folia lanceolato-linearia, magis elongata et in acumen ut plurimum tenue producta.	folia lanceolato-linearia, breviter acuminata.

Aber auch diese Angabe, dass die Blätter der lithauischen Pflanze „magis elongata" seien als die der pommerschen, hat nicht allgemeine Geltung, obgleich der Zusatz: in acumen ut plurimum tenue producta treffend ist.

Was den zweiten, von Koch angegebenen Unterschied anbetrifft, so ist auch dieser nicht durchgehend. Folia circinato-recurvata existiren bei der lithauischen Pflanze an den mir vorliegenden Exemplaren selbst bei der Form I im eigentlichen Sinne des Wortes nicht, denn die Krümmung beschreibt nirgend einen ganzen Umlauf. Die meisten Blätter sind nur folia recurva; die Krümmung stellt kaum die Hälfte, sehr selten einen grösseren Theil, eines Umlaufs dar. Wenn Bluff, Nees von Esenbeck und Schauer die Blätter als folia circinato-recurvata recurvisve beschreiben, so ist diese Beschreibung treffender als die von Koch. Uebrigens haben mehrere Exemplare selbst der Form I an den unteren Theilen der Zweige gerade Blätter, und die Form II hat solche durchgehends, nur an den Zweigspitzen zeigen sie bei der letzteren eine höchst

geringe Krümmung. Dagegen haben bei Weitem die meisten Exemplare der pommerschen Pflanze, die ich lebend sah und Wochen lang hielt, folia recurvata, vorzüglich an den Zweigspitzen. Fig. 18 stellt einen siebenblättrigen Quirl der pommerschen Pflanze mit solchen zurückgekrümmten Blättern etwas vergrössert dar. Uebrigens ist es richtig, dass die Blätter der lithauischen Pflanze in der Form I durchschnittlich eine etwas stärkere Krümmung als die der pommerschen zeigen, deren Blätter meist nur an der Spitze zurückgebogen sind, während die Krümmung bei der lithauischen sich gewöhnlich aufs ganze Blatt von der Basis an erstreckt; aber die Verschiedenheit ist nur graduell.

Was den dritten, von Koch angegebenen Unterschied beider Pflanzen anbetrifft, so ist seine Bezeichnung der Zähne bei der lithauischen Pflanze die für beide richtige, und bei der pommerschen Pflanze irrthümlich. Die Zähne beider Pflanzen sind sehr spitz, und ihr Ausschnitt mehr oder weniger gerundet; es sind also nach feststehender Terminologie dentes, nicht serraturae. Koch (Synop. p. 771), Bluff, Nees von Esenbeck und Schauer (Comp. Fl. germ. p. 724), Schmidt (Flora v. Pommern u. Rügen p. 238) verstossen gegen die Terminologie, indem sie die Zähne der pommerschen Pflanze „serraturae" nennen, wie auch von Ledebour (Fl. ross. l. c.), der die der lithauischen so bezeichnet. Die Zähne beider Pflanzen sind sich ganz gleich.

Die von Koch, Bluff, Nees von Esenbeck und Schauer angegebenen und bisher besprochenen Unterschiede schwinden also dahin zusammen, dass die Blätter der lithauischen Pflanze recurvata vel subcircinato-recurvata, apice attenuata, in acumen tenue plerumque producta, rarius recta, breviter acuminata sind, dagegen die der pommerschen apice recurvata vel recta, plus minus attenuata, breviter acuminata. Bluff, Nees von Esenbeck und Schauer geben als Unterschied ausserdem noch an, dass die Blätter der lithauischen saepe complicata seien. Diess ist richtig; sie erscheinen unregelmässig geknittert, verbogen und öfters am Rande kraus, was bei der pommerschen nicht der Fall ist. Ausserdem finde ich noch folgende geringe Unterschiede zwischen beiden Pflanzen, die jedoch bei der Form II der lithauischen gar nicht stattfinden:

Die pommersche Pflanze:	Die lithauische Pflanze (Form I):
1) Blatt und Stamm zart und weich;	1) Blatt u. Stamm härter, zäher, starrer;
2) Internodien 4'''—3" lang;	2) Internodien kürzer, zwischen 4—14''' lang;

pommersche:	lithauische:
3) Quirle meist drei-, fünf-, siebenblättrig, sehr selten vier- und sechszählig.	3) Quirle meist drei- oder fünf-, seltener sechs- und siebenzählig, oft vierzählig.

Der erste und zweite Punkt erklären sich höchst wahrscheinlich dadurch, wie auch der öfters krause Rand der lithauischen Pflanze, dass die letztere in seichterem Wasser als die pommersche wächst. Tieferes Wasser macht ja ebenso bei anderen Wasserpflanzen die Internodien länger, die Textur der Blätter zarter und den Rand weniger kraus oder ganz eben, z. B. bei Potamogeton crispus. Der dritte Unterschied, der nur auf einem schwachen Vorherrschen gewisser Zahlen derselben Blattstellungsreihe bei der einen oder der anderen Pflanze beruht, ist wahrlich von gar keinem Belang.

Wir sehen also, dass die stattfindenden Unterschiede höchstens für die Form I eine Varietät und das kaum, aber durchaus keine verschiedene Art begründen. Die Form II, welche wahrscheinlich in tieferem Wasser gewachsen ist, kann von der pommerschen Pflanze nicht einmal als Varietät unterschieden werden.

Die nächsten Verwandten der Udora occidentalis Koch und Hydora lithuanica Andrz.

Die Frage: wo kommt die pommersche und lithauische Pflanze sonst noch vor? hat uns zunächst zu beschäftigen. Ich kann nicht mit Koch, Bluff, Nees von Esenbeck, Schauer America als ihren weiteren Fundort nennen, sondern habe vielmehr das Resultat erhalten, dass sie sich in Ost-Preussen, Ost-Indien, China, auf Ceylon, Lombok, Java und in Neu-Holland findet, dass die Serpicula verticillata von Roxburgh (Plants of the coast of Coromandel. 1798. II. p. 34), Hydrilla ovalifolia von Richard (Mém. de l'instit. Année 1811. II. part. 1814. p. 9, pl. 2), Hydrilla najadifolia von Zollinger und Moritzi (A. Moritzi, systemat. Verzeichniss der von H. Zollinger in den Jahren 1842—44 auf Java gesammelten Pflanzen. 1845—46. p. 91) und Hydrilla angustifolia von Hasskarl (Plantae javanicae rariores. Berolini 1848. p. 117) dieselbe Art wie die pommersche und lithauische Pflanze sind. Zunächst möge hier die Geschichte dieser Pflanzen folgen.

Die Gattung Serpicula ist (Richter. Codex botan. Linnaei p. 929) von Linné zuerst in der Mantissa plantarum 1767 Octbr. I. p. 17

und Systema naturae. Edit. XII. 1767 Octbr. Tom. II veget. aufgestellt und wurde von ihm zu Monoecia Tetrandria gerechnet. Die einzige Species dieser Gattung war Serpicula repens L. vom Cap der guten Hoffnung. Genus und Speciesnamen sind dieser Pflanze, die zu den Halorageen gezählt wird, bis auf unsere Zeit verblieben (Harvey, the genera of southafrican plants. 1838. p. 103). Dann wird von Linné, dem Sohn, im Supplementum plantarum 1781. p. 416 der Gattung Serpicula eine zweite Species einverleibt, die Serpicula verticillata: „foliis verticillatis aculeato-serratis. Habitat in India."

Ich habe die beiden Original-Exemplare der Serpicula verticillata L. fil. im Linnéischen Herbarium der Linnean Society in London im October 1856 gesehen und mich von der Identität der Serpicula verticillata L. fil. und der Pflanze, die Roxburgh (l. c.) und Willdenow (Sp. pl. 1805. Tom. IV. part. I. p. 329) so benannt hatten, überzeugt. Willdenow hatte sie (Sp. pl. 1797. I. II. p. 814) Hottonia serrata genannt. Unter dem Namen Hottonia serrata existirt jedoch keine Pflanze mehr im Willdenow'schen Herbarium. Die beiden Exemplare des Linnéischen Herbariums haben mehrere weibliche Blüthen und gehören zu der Form der Hydrilla dentata, die ich Roxburghii genannt habe. Auf einem Zettel, der neben den beiden Exemplaren aufgeklebt ist, steht von unbekannter Hand: Hottonia planta dioica. Sir James Smith hat unten auf den Bogen, auf welchen die beiden Exemplare geklebt sind, geschrieben: Serpicula verticillata L. fil., und auf seiner Rückseite: „Hottonia Burm. Linn. pat. in specimen ad cl. Banksium datum."

Willdenow nennt (Sp. pl. 1805. IV. I. p. 329) drei Arten von Serpicula: 1) repens, 2) verticillata und 3) verrucaefolia. Die letzte befindet sich nicht in seinem Herbarium. No. 17362 desselben enthält die erste Species in einem etwa 5″ langen, halb entblätterten Exemplar mit der Beischrift: „Tetrandria Monogynia: Serpercula repens. Linn. syst. edit. R. 4. p. 124. — Habitat ad Cap. b. spei." Dies Exemplar gehört in der That zu der noch heute so benannten Pflanze aus der Familie der Halorageen. In dem Linnéischen Herbarium der Linn. Soc. in London habe ich mich davon überzeugt, dass die Serpicula repens L. dieselbe Pflanze ist, wie die Serpicula repens Willd. Unter No. 17363 des Willdenow'schen Herbariums findet sich die zweite Species mit der Aufschrift von Willdenow's Hand auf dem Umschlage aussen: „Tetrandria Monogynia: Serpicula verticillata foliis verticillatis, serrulatis,

floribus dioecis. — Habitat in India orientali.“ Es sind in dem Umschlage unter der bezeichneten Zahl vier Blätter mit Pflanzen vorhanden, welche zu zwei Gattungen der Hydrocharideen gehören, nämlich Blatt 1, 2, 4 zu Hydrilla Rich. und Blatt 3 zu Nechamandra Pl. Auf der inneren Seite des Umschlages der vier Blätter stehen noch zwei Beischriften, deren Inhalt ich später angeben werde. Auf dem ersten, zweiten und vierten Blatte von No. 17363 herb. Willd. befinden sich Pflanzen, die ich für dieselbe Art als die Serpicula verticillata von Roxburgh in seinen Plants of the coast of Coromandel, obgleich für eine andere Form, halte; Blatt 4 enthält jedoch ein Exemplar, welches sogar dieselbe Form ist.

Da die Gattung Serpicula zwei so völlig verschiedene Pflanzen, wie die Serp. repens L. und Serp. verticillata L. fil., enthielt, und der Charakter derselben sehr bestimmt von Schreber (Linn. genera plant. 1791. II. p. 628) nach Serp. repens hingestellt war, so sonderte Richard in seiner Arbeit über die Hydrocharideen, gelesen den 14. Januar 1812, aber erst 1814 in dem zweiten Theil der Verhandlungen der französischen Academie vom Jahre 1811 veröffentlicht, die Serp. verticillata L. fil. et Roxb. unter dem Namen Hydrilla als Gattung ab. Dies wird jedoch in Roxburgh's Flora indica, die nach Roxburgh's Tode 1832 erschien, gar nicht berücksichtigt, und Serpicula verticillata einmal als Vallisneria verticillata unter Dioecia Diandria (l. c. p. 751) und ein zweites Mal in demselben Werk und mit derselben Beschreibung als Serpicula verticillata unter Monoecia Tetrandria (l. c. p. 578) aufgeführt, obgleich sie sofort auf der nächsten Seite (p. 579) als diöcisch beschrieben wird, und um die Verwirrung auf den höchsten Grad zu bringen, wird dazu noch der Charakter der Gattung Serpicula nach Schreber citirt, der durchaus nicht passt, weil er nach Serp. repens gebildet ist. Auch Rostkow und Schmidt (Fl. sedin. 1824. p. 370) und Homann (Flora v. Pomm. 1835. III. p. 24) haben von der Reformation der Gattung Serpicula durch Richard nichts gewusst, denn sie benennen die pommersche Pflanze: Serp. verticillata. Die Pflanze von Hasskarl: Hydrilla angustifolia (l. c.), die er selbst für synonym mit dem früher von ihm beschriebenen Hydrospondylus submersus (Flora 1842. Beiblatt II p. 33) nach Endlicher's Vorgang erklärt, habe ich zwar nicht gesehen, wage es aber, sie nach der ausführlichen Beschreibung Hasskarl's für synonym mit der Hydrilla najadifolia von Zollinger und Moritzi (l. c.) hinzustellen. Die Gattung, zu welcher die pommerschen, lithauischen, indi-

schen, javanischen und ceylonischen Pflanzen, die eben als synonym genannt sind, gehören, ist also Hydrilla Rich. Indem ich nicht Unterschiede genug sehe, um in ihnen allen eben so viel Species zu erkennen, lag es am nächsten den ältesten Artnamen von Linné fil. und Roxburgh: verticillata, für sie wieder anzunehmen; ich verwarf diesen jedoch früher, weil er auf sehr viele Anacharideen, auf mindestens vier Arten aus zwei Gattungen angewandt war. Mühlenberg nannte Serpicula verticillata die davon ganz verschiedene nordamericanische Elodea canadensis (Cat. p. 84). Sprengel fasste unter dem Namen Udora verticillata die ostindische Serpicula verticillata L. fil. und Elodea canadensis (Syst. I. p. 170) in eine Art zusammen. Hooker begriff mit dem Namen Udora verticillata nicht weniger als alle bis zum Jahre 1840 bekannten Anacharideen, d. h. Elodea canadensis, Serpicula verticillata L. fil., Elodea granadensis H. et B. und Elodea orinoccensis Rich. Ich verwarf daher wegen dieser wirren Anwendung den Speciesnamen verticillata und nannte die Serpicula verticillata: Hydrilla dentata (z. B. Botan. Zeitg. 1854. p. 56), indem der Name von Richard: Hydrilla ovalifolia, nur auf eine Form, nicht aber auf die langblättrigen, passt; aber ich habe den früheren Namen in Hydrilla verticillata umgeändert, indem eine solche noch nicht vorhanden ist und auch dem Gesetze der Priorität dabei volle Anerkennung erwiesen wird (Botan. Zeitg. 1856. p. 899). Die geringeren Verschiedenheiten der Hydrilla verticillata, welche oft local sind, bezeichne ich dann als Formen; ich kenne deren sieben. Die Unterschiede dieser verschiedenen Formen sind bedingt durch das Verhältniss der Länge des Blattes zu seiner Breite, durch dessen dünnere oder festere Membran, durch den gekräuselten oder ebenen Rand, durch die Länge der Internodien und durch die Combination dieser Verhältnisse. In der Länge der Borsten auf der Spatha der männlichen Blüthe kann ich keinen Formunterschied, geschweige einen Speciesunterschied sehen. Sie variirt selbst bei den einzelnen Formen. Es ist übrigens in einzelnen Fällen rein unmöglich, eine Pflanze einer bestimmten, mit Namen bezeichneten Form zuzuweisen, wenn sie die Mitte zwischen zweien hält, oder gar zwischen noch mehreren steht. Nach der Grösse der ganzen Pflanze oder der Blätter habe ich keine Formen unterscheiden mögen, wenn dadurch das Verhältniss der Länge zur Breite nicht geändert wurde. Plantae nanae, minores, wie majores und maximae kommen von allen Formen vor und sind daher als eigene nicht hinzustellen. Da ich die in dieser Arbeit erwähnten Pflanzen fast ohne Ausnahme selbst ge-

sehen habe, so schreibe ich ein v. s. nirgend hinzu, werde jedoch ausdrücklich bemerken, wenn ich eine Pflanze nicht selbst gesehen habe. Diejenige Form, welche durch Roxburgh's Abbildung (Pl. Coromand. II. p. 34) am längsten gut bekannt ist, bezeichne ich als:

Hydrilla verticillata *α* Roxburghii.

Diese Pflanze habe ich in zahlreichen Exemplaren gesehen:

1) Herb. Linnaei in h. Linn. Soc. London.; 2 Exemplare mit weiblichen Blüthen, ohne Fundort. Näheres schon angegeben. Wahrscheinlich von Tranquebar durch die Brüdergemeinde erhalten.

2) Herb. Willdenowii No. 17363, Blatt 4. Die Aufschrift auf der Aussenseite des Umschlags dieser Nummer von Willdenow's Hand ist schon oben (p. 409) angeführt. Die innere Seite des Umschlags hat noch 2 Zettel von Klein's Handschrift; sie scheinen sich auf alle 4 darin enthaltene Blätter zu beziehen. Der eine lautet: „502. Dioecia? Kodipasi. Tam. ♀ Flores axillares, sessiles, solitarii. Calyx spatha diphylla. Cor. 0. Pist. Germen oblongum. Styl. 3-plo longior, linearis. Stig. 3, linearia. His foliola sex ovata, corollam mentientia adnata. Pericarp. capsul. 1-locularis, polysperma. Caul. ramosiss., diffusus. Fol. verticillata, ovata, serrata, sessilia, sena. — Planta aquatica. Trkbr. Decbr. 29. 1798." — Der zweite Zettel heisst: „775. Monoecia? Triandria. Flores foeminei in spica terminali verticillata. Pericarp. capsula. Eadem planta cum illa, antea sub nomine Hottoniae indicae missa. Meppakkam Decbr. 31. 1799." Es ist zu bemerken, dass die Angabe des ersten Zettels: Calyx spatha diphylla und Styl. 3-plo longior (sc. germine), ferner: Stigmatibus foliola sex ovata, corollam mentientia, adnata und folia serrata und des zweiten Zettels: Flores foeminei in spica terminali verticillata, auf keine der Pflanzen der 4 Blätter passen und irrthümlich sind. Das vierte Blatt, auf welchem sich Hydrilla verticillata *α* Roxburghii befindet, zeigt 5 Pflanzen; nur 3 gehören der hier zu beschreibenden Form an. Die beiden nicht hierher gehörigen Pflanzen, die kleinsten der 5 des vierten Blattes, rechne ich zu Hydr. vertic. *β* brevifolia, da die Blätter oblong sind. Alle sind ohne Wurzel; die 3 hierher gehörigen ohne Blüthe, aber verästelt.

3) Serpicula verticillata ♀. Ind. orient. Dr. Roxburgh. in h. Deless. Zwei grosse Stücke, verzweigt; die Blätter 3—4''' lang und ½—1''' breit; die Internodien 2½—6''' lang. Bloss weibliche Blüthen.

4) H. Wallich in h. Linn. Soc. London. et ex parte in h. Deless. In Wallich Catal. No. 5048 heisst es:

A. Serpicula ? verticillata H. Hamilton e ripa fl. Jumnae, Dewongung, Sudellapur et Manikpur.
B. Serp. vertic. H. Madr.
C. Lepthanthes vertic. H. Wight.
?D. Nepal 1821.
?E. Silhet F. D. (Francis de Sylva).

Alle Formen unter den Buchstaben A bis E gehören zu Hydr. vertic. *α* Roxburghii, ausser einem Theil von Lit. A, welcher die Formen brevifolia und gracilis darstellt.

5) India orient. Koenig in h. Mus. Brit. Internodien mässig lang

6) India orient. Soc. unit. Fratr. in h. Mus. Brit.; wohl von Tranquebar. Ein anderes Blatt Papier mit derselben Pflanze aus dem h. Linn. mit Inschrift von Sir J. Smith ebendaselbst.

7) Isle de France Néraud in h. Deless. Blatt 5—6½''' lang, ½—1½''' breit; Internodien 3—5''' lang.

8) Von derselben Insel, von Perrottet 1835 gesammelt in h. Deless. Blätter 4—5''' lang, ½—1''' breit; Internodien 3—12''' lang.

9) Zollingeri pl. exsicc. Javanicae No. 125b in h. Berol. und in h. Mus. Par.

10) Udora australis Fr. Müller (Anacharis). In fluvio Murray Dr. Müller. In Nova Hollandia. H. Hooker. Der Ast hat an der Basis nur ein Blatt, dessen Rücken der Axe zugekehrt ist. Blatt 5—6''' lang, sehr breit, 1½—1¼'''.

11) Bhein Tal. Kumaon — 4400' above the sea — Strachey et Winterbottom, in h. Hooker.

12) Assam, in h. Hooker.

13) Concan. Dr. Stocks, in h. Hooker.

14) Tavoi. Bengal inferior. Dr. Thompson, in h. Hooker. Kleine und kurzblättrige Pflanze.

15) Behar. Bengal. Hooker fil. et Thompson, in h. Hooker. Uebergang zur Form longifolia.

16) Iheels. Hooker fil. et Thompson, in h. Hooker. Klein.

17) Kashmir. Thompson, in h. Hooker.

18) Maradabad 1845. Planitie gangetica, in h. Hooker. Klein.

19) Lahore Septbr. 1846. Thompson, in h. Hooker.

20) Pondichery. Perrottet 1836, in h. Deless.

21) Serpicula — Coromandel (Macé) — Ex Mus. Par. 1820 in h. Kunth, in h. Berol.

22) Ceylon. Thwaites C. P. 2310, in h. Hook. et Berol. Kleinblättrig.

Ich fasse die Beschreibung aller Exemplare zusammen:

Caulis teres, fasciculo cellularum conductricum medio unico, cyclis ductuum aëreorum duobus, stratis cellularum inter cuticulam et ductus aëreos interpositis duobus (in No. 9, planta Zollingeri, unico), ramosus. Rami basi folio unico amplexicauli instructi. Folia ad nodum infimum vel infimos rami bina vel terna verticillata, nodi ceteri foliis quaternis, plerumque quinis, rarius senis-octenis, symptyxi imbricatis. Folia nervo medio unico, membrana tenui, lineari-lanceolata, infima ramorum ovata, vel oblonga, versus apicem paululum vel vix attenuata, rotundato-acutata, 2—6''' longa, ½—1½''' lata, la.: lg. = 1 : 3 — 5, margine dentata, dentes cellula apicali maxima, brunnea, curvata, antrorsum versa, cum cellulis 3—4 et pluribus supra marginem prominentes, utrinque 12—31. Cellulae marginales folii chlorophyllo repletae, nec mediis angustiores vel longiores. Internodia modice, 3—5''', rarius usque ad 12''' longa. Stipulae binae intrafoliaceae, chlorophyllum non continentes, papillis utrinque 5—11, demum brunneis. Radices aequales, filiformes, ex axillis foliorum ad basin rami saepius fasciculatim orientes. Fl. fem. spatha subcylindrica, folia aequans, membranacea, apice biloba, lobis deltoideis, germen includens. Germen inferum, oblongo-

lineare, uniloculare, gelatina impletum, placentis tribus parietalibus. Gemmulae anatropae 5—6, micropyle omnium sursum versa, integumentis duobus. Fl. masc.?

In dem Exemplar von Coromandel (No. 21) fand ich in dem Stamm ein mittleres Leitzellenbündel mit einem centralen Gange, wie gewöhnlich, und noch zwei kleinere daneben, wie sie sich auch bei der Anacharis Alsinastrum im Leitzellenbündel finden. Der Stamm enthielt Stärke, die ich bei der Pflanze des dammschen Sees nur in den Winterknospen fand.

Bei der von Zollinger auf Java gesammelten Pflanze (No. 9) zeigte der Stamm die Eigenthümlichkeit, dass sich zwischen dem äusseren Kreise der Luftgänge und der Cuticula, nicht wie sonst zwei, sondern nur eine Zelllage befand. Fig. 39 stellt einen Querschnitt des Stammes dar. Vergleicht man diese Abbildung mit Fig. 11, so scheint freilich ein grosser Unterschied in der Stammbildung zu sein. Dieselbe Form des Stengel-Querschnitts, wie bei der Pflanze von Zollinger, deren Luftgänge nach aussen nur durch eine Zelllage begrenzt sind, habe ich jedoch auch bei der pommerschen und lithauischen gefunden.

Der Umstand, dass von den beiden untersuchten weiblichen Blüthen (von No. 9) alle Saamenknospen den Mund nach oben gekehrt hatten, ist nicht constant, aber bemerkenswerth. Es wird sich später zeigen, dass die obersten Saamenknospen oder die beiden obersten oft adscendent sind, also die Mikropyle nach unten gerichtet haben.

Roxburgh (Pl. Corom. II. p. 34; Fl. ind. III. p. 579, 752) sagt von dieser Form der Hydrilla verticillata: „Die Zuckerrafinisten in Berhampore gebrauchen dies Kraut, wenn es noch feucht ist, um die Oberfläche der Zuckerhüte damit zu bedecken, wie man Thon auf den westindischen Inseln gebraucht, und in 2—3 Tagen ist der Process vorzüglich gut beendet."

Hydrilla Wightii Planchon (Ann. d. sc. nat. IIIe sér. tome XI p. 79) gehört zum Theil zu dieser Form. Die Original-Exemplare im h. Hooker sind alle von Wight in Ost-Indien, ohne nähere Bezeichnung des Fundorts, gesammelt. Hydr. Wightii Planch. gehört unter mehrere meiner Formen; erstens unter Roxburghii, Blatt B. : L. $= 1\frac{1}{3}''' : 5\frac{1}{2}'''$, Internodien 4—5''' lang, d. h. das Blatt ist von beträchtlicher Breite, die Internodien mässig lang; zweitens enthält Hydr. Wightii eine Form mit langem, schmalem, dünnhäutigem Blatte, welche zwischen longifolia und tenuis in der Mitte steht, B. : L. $= \frac{5}{8}''' : 10'''$. Diese Form zeigt in einem Exemplar

eine eigenthümliche Stammbasis, indem sie nämlich mit etwa 6 Paaren kleiner, gegenüberstehender, schuppenartiger, brauner Blättchen, deren Internodien äusserst kurz sind, so dass die Blättchen den Stamm ganz verdecken, besetzt ist. Planchon sagt: Caulis e bulbo squamoso enatus. Ein Bulbus ist nicht da, da der Stamm nicht verdickt ist. Den Schlüssel zu dieser ungewöhnlich zahlreichen Wiederholung der untersten, schuppenartigen Blätter des Stammes geben die Winterknospen der stettiner Pflanze, und der „Bulbus" Planchon's bei der Hydr. Wightii ist nichts weiter als eine Winterknospe, aus der in der günstigeren Jahreszeit der eigentliche Stamm wieder erwachsen ist. Drei Exemplare dieser zweiten Form haben männliche Blüthen, die auf kurzen Aesten mit bracteenartigen, kurzeiförmigen Blättern wachsen, welche etwa ¾—1‴ breit und 1—1½‴ lang sind. Jedoch berechtigt auch diese bracteenartige Form der Blätter in den männlichen Blüthenästen, die sonst kaum kürzer als die Laubblätter sind, nicht, die besprochene Pflanze für eine eigene Art zu erklären, denn 1) zeigt die Kleinheit der Spathen der männlichen Blüthen, dass sie noch nicht reif, und die Blätter also noch nicht erwachsen sind, und 2) zeigt die Basis eines dieser Blüthenäste schon längere, oblong-lanzettförmige Blätter, welche 2—2½‴ lang sind, bei einer Breite von ¾‴. Was den dritten Charakter anbetrifft, den Planchon bei Hydr. Wightii hervorhebt, dass die Borsten auf der Spatha der männlichen Blüthe nicht viel kürzer als diese sind, so betrifft dies einen Theil, der 1) wie borsten- oder haarartige Anhängsel überhaupt, in Länge ohne Zweifel bei Hydrilla ebenso variirt, wie überall sonst, 2) in den Original-Exemplaren der Hydr. Wightii noch nicht recht beurtheilt werden kann, weil die Spathen jedenfalls durch ihre grosse Kleinheit verrathen, dass sie noch nicht ganz entwickelt sind. Die Form inconsistens hat die Borsten von gleicher relativer Länge, als die Hydr. Wightii. Ich kann demnach in der Hydr. Wightii keine Art, ja nicht einmal eine Form sehen.

Hydrilla verticillata β brevifolia.

Als eine zweite Form, Hydr. vertic. β brevifolia, betrachte ich die Pflanze, welche Richard Hydr. ovalifolia nannte, ausgezeichnet, besonders in den oberen Theilen der Aeste, durch oblonge oder eiförmige Blätter. Ich rechne hierher folgende Exemplare:

1) 2 Exemplare des vierten Blattes des h. Willdenow, No. 17636.

2) „Serpicula reticulata“ — India orient. (Klein) — Ex h. Willdenow 1806—12, in h. Kunth, in h. Berol.

3) Vallisneria verticillata Roxb. — Demersa in aquis stagnosis. Saharunpore — Kanaor inférieur — Dr. Royle — Voyage Jacquemont, in h. Mus. Par.

4) Côte Coromandel — Bélanger 1826—28, No. 93, in h. Deless.

5) H. Wallich. Wall. Cat. No. 5048 Lit. A ex parte, in h. Linn. Soc. Lond.

6) Scinde — Stocks, in h. Hook.; steht zwischen gracilis und brevifolia in der Mitte, indem die Internodien sehr lang, bis 2" und länger, und die Blätter eiförmig und sehr kurz sind.

Es würde unnütz sein, hier wieder eine ausführliche Beschreibung von dieser Form zu geben. Sie stimmt in Bezug auf das erste Blatt des Astes, die Stipulae, die Blattzähne, die Zahl der Blätter in den Quirlen ganz mit α Roxburghii überein; das Abweichende besteht nur in den sehr kurzen Blättern, die nur 2—3''' lang und 1—1¼''' breit, eiförmig oder eiförmig oblong sind; auf jeder Seite befinden sich nur 10—15 Zähne. Die Internodien sind meist kurz, 4½—9½''' lang, jedoch in No. 6 sehr lang, wodurch ein Uebergang zu gracilis angebahnt wird.

Der Stamm ist bei dieser Form in seinen anatomischen Verhältnissen wie bei der Pflanze des dammschen Sees und (in No. 2) der Abbildung Fig. 11 sehr ähnlich, jedoch die inneren Luftgänge grösser und 3—4 Zelllagen zwischen den äusseren Luftgängen und der Cuticula. Chatin (Anat. comp. pl. 9 fig. 1) giebt eine Abbildung des Stamm-Querschnitts von Hydr. ovalifolia Rich. nur mit einem Kreise von Luftgängen, den ich so nicht gesehen habe, da ich stets noch kleinere Luftgänge gegen den Mittelpunkt zu fand, jedoch kommt die Form, welche Chatin abbildet, auch bei der pommerschen Pflanze dicht unter den Knoten vor. Die Abbildung des Blattes bei Chatin (l. c. Fig. 3 u. 3') ist verfehlt. Fig. 3 zeigt gar keine Zähne und ist zu kurz, um Repräsentant der gewöhnlichen Blattform zu sein, und Fig. 3' zeigt Sägezähne mit spitzigem Ausschnitt, welche die Pflanze nicht hat, und Randzellen, die kürzer als die Zellen der Scheibe sind, während das Verhältniss umgekehrt ist. Als bemerkenswerth füge ich in Bezug auf das Kunthische Exemplar (No. 2) noch hinzu:

Germina sex examinavi, quorum structura ut illorum formae Roxburghii; gemmulae anatropae.

1) Germina tria 6 gemmulas continebant, quarum 5 inferiores pendentes (Fig. 32), micropyle sursum versa, unica summa adscendens, micropyle deorsum versa.

2) Germen unum 6 gemmulas continebat, 4 inferiores pendentes, duas superiores adscendentes.

3) Germen unum 4 gemmulas continebat, 2 inferiores pendentes, duas superiores adscendentes (Fig. 31).

4) Germen sextum inter gemmulas anatropas unicam hemianatropam (Fig. 33) continebat, funiculo plus quam solitus longiori.

Es ist interessant, dass die oberste oder die obersten Saamenknospen hier eine andere Richtung als die unteren hatten. Man findet bei anderen Pflanzen, welche eine verschiedene Richtung der Saamenknospen in demselben Germen haben, wie in Rapistrum (Caspary in Nees v. Esenbeck's Gen. pl. Fl. germ. Fasc. XXVII n. 2), Enarthrocarpus, Cakile, dass dies Verhältniss constant ist; bei Hydr. vertic. ist dies nicht der Fall. Die beiden untersuchten Germina der Form Roxburghii hatten alle Saamenknospen hängend mit aufwärts gerichtetem Munde, ebenso zwei Germina der Form brevifolia des Exemplars von Blatt 4 No. 17636 des herb. Willd., von denen das eine 3, das andere 7 Saamenknospen enthielt. Wie die 6 Germina des Kunthischen Exemplars 1 oder 2 ansteigende Saamenknospen zeigten, so werden wir dies Verhältniss auch noch anderwegen finden.

In Bezug auf die weiblichen Blüthen des herb. Willd. bemerke ich noch Folgendes: Tubus perianthii filiformis, spatham ter vel pluries longitudine superans. Sepala oblongo-ovata tria, petala tria sepalis breviora et cum iis alternantia, lineari-oblonga. Stigmata linearia tria, sepalis triplo breviora.

Hydrilla vertcillata *γ* tenuis.

1) Ein kümmerliches Exemplar des h. Berol. mit zwei Beischriften, von denen die eine lautet: Hottonia — ? — ex India orientalis.

2) Iheels. Bengal. Hooker fil. et Thompson, im h. Hook.; jedoch steht diese Pflanze der longifolia nahe.

Die Pflanze sieht dünneren, schlankeren Exemplaren der pommerschen höchst ähnlich. Der Charakter dieser Form besteht in dem sehr dünnen, schlanken Stamm und in den sehr schmalen, lineal-lanzettförmigen, äusserst dünnhäutigen Blättern. Blatt $\frac{1}{2}$—$\frac{3}{4}$''' breit, 4—4$\frac{1}{2}$''' lang; B. : L. = 1 : 6 — 7; 14—19 Zähne auf jeder Seite. Die Stipulae sind oblong. In der von Hooker und Thompson gesammelten Pflanze ist das Blatt etwas länger, 5—6''' lang und $\frac{3}{4}$''' breit. Der Stamm hat nur einen Kreis grösserer Luftgänge, wie Fig. 11, und zwischen ihnen und der Cuticula liegen nur zwei Schichten von Zellen; die anatomischen Verhältnisse des Stammes sind sonst, wie bei der Pflanze des dammschen Sees.

Hydrilla verticillata δ gracilis.

1) Die Pflanze des dammschen Sees. Auch in Reichenbach exsicc. No. 2142.

2) Die Form II der Hydora lithuanica Andrz. des h. Lipsiens., welche auch schon beschrieben ist (cf. p. 405).

3) Lahore. Septbr. 1848 Thompson, in h. Hook.

4) Iheels. Bengal. Hooker fil. et Thompson. Bildet den Uebergang zu longifolia.

5) India orient. Koenig, in h. Mus. Brit., mit Internodien bis 32''' lang.

6) H. Wallich. Wallich Catal. No. 5048 Lit. A (ex parte), in h. Soc. Linn. Lond. et h. Deless.

Charakterisirt durch lineal-lanzettförmige, mittelmässig lange, wenig gekrümmte, fast gleich breite Blätter, die von mittlerer Festigkeit und am Rande nicht kraus sind. Die Internodien erreichen in dieser Form die grösseste Länge, obgleich auch ganz kurze vorkommen. Sie findet sich in tiefem Wasser.

Hydrilla verticillata ε crispa.

1) Pflanze, die bei Wilna vorkommt. Schon beschrieben (cf. p. 403 ff.).

2) 1197 Scinde. Lake Munchar. Stocks, in h. Hook.

3) China. Province of Kianang. Sir George Staunton. Von der englischen Gesandtschaft gesammelt; bildet den Uebergang zu Hydr. vertic. Roxburghii.

4) Kleiner Selmentsee bei Lyck in Ost-Preussen. Sanio 13. Septbr. 1856. in h. Casp. Blatt von dünnerer Membran.

Der Hauptcharakter besteht in den allmälig zugespitzten, spitzen, meist stark zurückgekrümmten, am Rande krausen Blättern von fester, starker Membran. Die Internodien sind kurz. Die Form gehört seichtem Wasser an. Die unter No. 4 aufgeführte Pflanze ist ganz kürzlich von Herrn Sanio entdeckt; sie wuchs bei 2 Fuss Wasser mit Chara ceratophylla und jubata. Siehe Caspary, Botan. Zeitg. 1856. p. 899. Durch ihr dünneres Blatt und auch durch die minder krausen Blätter nähert sie sich der gracilis an und bildet die Vermittelung zwischen dieser und der crispa.

Hydrilla verticillata ζ inconsistens.

1) Erstes und zweites Blatt No. 17636 des h. Willd. Ost-Indien, in h. Berol.

2) Ceylon. Thwaites C. P. No. 2309, in h. Hook. et Berol.

An die Hydr. vertic. ε crispa schliesst sich die sechste Form, inconsistens, vortrefflich an und bildet die Vermittelung zwischen

der crispa und der nächsten Form, deren Repräsentant die Hydr. najadifolia Zoll. et Mor. ist, in einer Weise, wie sie nicht besser stattfinden kann. Die Exemplare des h. Willd. haben weibliche und männliche Blüthen. Die Pflanze vereinigt in sich durch ihre krausen, allmälig zugespitzten Blätter und durch ihre langen Internodien, die bis 2″ lang sind, freilich aber mit ganz kurzen wechseln, was ich bei der pommerschen Pflanze nie sah, die Natur der Form crispa mit der der gracilis, und hat an einzelnen Stellen allmälig zugespitzte Blätter von 8‴ Länge, die denen der folgenden Form η longifolia ganz gleich sind. Der Wechsel dieser langen, schmalen 8‴ langen Blätter, die ½‴ breit oder wenig breiter sind, mit ganz kurzen von nur 3½‴ Länge und der Wechsel von sehr langen Internodien und ganz kurzen — auf eines von 22‴ Länge folgt eines von 6½‴ — ist besonders auffallend, und ich habe den Namen von dieser Unbeständigkeit entlehnt. In Bezug auf das unterste Blatt des Astes, die Randzellen und die Stipulae ist die Pflanze allen vorigen gleich. Der Stamm zeigte dieselben anatomischen Verhältnisse, wie der der Pflanze des dammschen Sees; er hatte einen Kreis grösserer Luftgänge und 2 Lagen von Zellen zwischen diesen und der Cuticula. Ich mache noch folgende nähere Angaben von den Exemplaren des h. Willd.:

Nodus rami secundus et tertius foliis ternis, ceteri foliis 5—8. Folia ramorum infima oblongo-obovata, apice acutata, superiora oblongo-lanceolata vel linearia, apice plus minus sensim attenuata, irregulariter crispa 1—8‴, plerumque 3½‴ longa, ½‴, vel paululum plus, lata, dentibus utrinque 13—20. Internodia longitudine diversissima, irregulariter longissima brevissima sequentia, 22—6½‴ longa. Spatha floris feminei cylindrica, membranacea, apice biloba, lobis deltoideis, germen includens. Germen inferum oblongo-lineare, uniloculare, gelatina impletum, placentis tribus parietalibus, ad placentas externe longitudinaliter gibbosum. In germine unico, quod aperui, gemmulae tres, anatropae, summa micropyle deorsum versa, duae reliquae micropyle sursum versa, integumentis duobus. Tubus perianthii longitudine varians, plus quam 2″ longus; sepala oblongo-ovata, tria, petala tria sepalis breviora et cum iis alternantia, lineari-oblonga. Stigmata tria linearia, vix tertiam partem sepalorum aequantia. Flores feminei singuli e singulis verticillis orientes, eadem in planta cum masculis, axillaribus 2—3 singulis e verticillis foliorum enascentibus. Spatha flor. masc. subglobosa, sessilis, superne setis longioribus circiter 7 apice brunneis muricata. Flos masculus inclusus, breviter pedicellatus*).

Diese interessante Pflanze ist nach den besten Exemplaren des zweiten Blattes des h. Willd. monöcisch. Um so auffallender ist es,

*) Die Blüthentheile waren leider zerstört.

dass Willdenow die Serp. vertic. (Sp. pl. IV. I. p. 329) ausdrücklich als diöcisch bezeichnet, sie aber unter Monoecia aufführt. Auch stellt er sie unter Monoecia Tetrandria, obgleich er selbst in der Diagnose (l. c.) angiebt, dass die Blüthen dreimännig seien. Man sollte solche Fehler gegen die einfachste Logik für unglaublich halten. Die Herausgeber von Roxburgh's Fl. ind. (III. p. 579) geben seine Serp. vertic. auch als diöcisch („female flowers in a distinct plant") und dreimännig an, stellen sie aber, wie Willdenow, unter Dioecia Tetrandria, und um die Verwirrung zu vollenden, zugleich in demselben Buche unter Dioecia Diandria (p. 750). Rostkow und Schmidt, wie ihr Nachfolger Homann, copirten den Unsinn ihrer Vorgänger getreu und stellten die Gattung Serpicula, welche 3 Stamina hat, unter Clas. XXI. Ord. III. Tetrandria. Richard (l. c.) giebt Hydrilla auch als diöcisch an; ebenso Endlicher (Gen. p. 1208) und Meisner (Gen. p. 336). Auch Hasskarl (Flora 1842. Beiblatt I. p. 33) bezeichnet seinen Hydrospondylus (Hydrilla) noch als diöcisch, dagegen Pl. Javan. p. 117 heisst es, von Hydr. angustifolia Hassk. flores pistilligeri et staminigeri in eodem ramo. Blume giebt dagegen im Gattungscharakter von Hydrilla an, „dass die Blüthen sowohl monöcisch als diöcisch sind (Blume, Mus. bot. Lugd. Bat. I. p. 81). An Ort und Stelle ist zu untersuchen, ob der alten Angabe von Roxburgh, dass die Pflanze diöcisch sei, eine richtige Beobachtung zu Grunde liegt, und die Gattung somit in der That, wie Blume sie, wahrscheinlich nach Hydr. angustifolia Hassk. als Typus, beschreibt, monöcisch und diöcisch ist. Nach abgerissenen Zweigen, wie wir sie in den Herbarien haben, kann man darüber nicht urtheilen.

Hydrilla verticillata η longifolia.

1) Zollingeri, Pl. Javan. exsicc. No. 125: Hydr. najadifolia Zoll. et Mor. in h. Berol., Mus. Par. et Deless.
2) Ceylon. Thwaites C. P. 2305, in h. Hook.

Die langen, schmalen, allmälig zugespitzten Blätter der Form inconsistens bilden den Uebergang zur letzten, longifolia, welche sich in Java und Ceylon findet und sich gleich auf den ersten Blick an den sehr langen Blättern erkennen lässt. Ich rechne hierher, ausser den oben aufgeführten Pflanzen, Hydr. angustifolia Hassk., welche ich nur aus der Beschreibung (Hasskarl, Pl. Javan. p. 117; Blume, Mus. bot. Lugd. Bat. I. p. 82) kenne

und danach mit Hydr. najadifolia Zoll. et Mor. für synonym halte[1]). Zur Rechtfertigung dieser Ansicht setze ich die Beschreibung von Hydr. najadifolia nach den von mir untersuchten, ganz vorzüglichen Exemplaren hierher, indem ich aus der Beschreibung von Hydr. angustifolia von Hasskarl und Blume zur Vergleichung und Erläuterung einzelne Stellen einschalte.

Hydrilla najadifolia Zoll. et Mor. Radices longissimae, filiformes, aequales, simplices, ex axillis foliorum passim fasciculatim („verticillatim" Hasskarl l. c.) erumpentes („apice spongiola longa calyptraeformi acuminata tectae" H.). Caulis teres fasciculo cellularum conductricum medio unico. Rami basi folio unico ovato apice dentato amplexicauli instructi; nodus secundus et tertius foliis verticillatis ternis, brevibus, circiter 2''' longis („squamaeformibus, oblongo-lanceolatis" H.), reliqui quaternis, quinis — octonis („5 — 7" H.), 5 — 8½''' („0,3 — 1,2''" H.) longis, ⅓ — ¼''' („0,07''" H.[2]) latis, linearibus, sensim acuminatis, tenue-membranaceis, margine dentatis, dentibus utrinque 17 — 24, cellula terminali maxima, antrorsum curvata, brunnea, cellulis quatuor vel pluribus supra marginem prominentibus. Internodia 2 — 4½''' longa. Stipulae intrafoliaceae binae, oblongae vel lineari-oblongae, margine papillosae, papillis utrinque 4 — 6, denique brunneis. Planta monoecia („monoecia et dioecia" Bl.). Flores fem. et masc. diversis in ramulis („eodem in ramo, sed diversis ramulis ultimis" H.) obvii. Flos fem. solitarius, axillaris. Spatha tubulosa[3]). Germen sessile, lineari-oblongum, inferum, uniloculare, placentis tribus, gemmulis 2 — 6 („3 — 5" H.), anatropis, inferioribus micropyle sursum versa, superioribus deorum versa („inferioribus adscendentibus, superioribus pendulis" H.), integumentis duobus. Tubus perianthii filiformis, longissimus. Sepala 3 obovato-oblonga; petala sepalis angustiora et breviora, obovato-linearia, tria; stigmata 3 linearia. Flos masc. axillaris, 3 — 4 („5 — 7" H.) verticillum formantes. Spatha sessilis subglobosa („subtrigona" H.), superne muricata, vertice denique late rumpens („bivalvis, valvis foliis parallelis" H.), breviter pedicellata[4]). Pollinis grana magna, globosa, cuticula minutissime tuberculato-incrassata.

Die Frucht wird von Hasskarl und Blume auch beschrieben. Beide geben sie als cylindrisch an. Blume macht darauf aufmerksam, dass Richard (l. c. p. 11, Taf. II. Fig. J) sie bei Hydr. ovalifolia Rich. als stumpf dreikantig beschreibt und abbildet, und dass die Figur Richard's mit der von der synonymen Serp. verticillata Roxb. bei Roxburgh (Pl. Corom. II. p. 164) wenig übereinstimmt. Aber weder Richard's noch Roxburgh's Figur sind maassgebend. Richard hatte nur unreife Frucht, wie er selbst sagt (l. c. p. 11), und die Figur bei Roxburgh ist offenbar mit

---

1) Ich sehe jetzt, dass diese Ansicht durch Miquel (Fl. Ind. Bat. 1856. III. p. 234) bestätigt wird.

2) Wahrscheinlich verdruckt statt: 0,7''.

3) Der obere Theil der Spatha war in den Blüthen, die ich untersuchte, zerstört.

4) Mehr konnte ich an dem aufgeweichten Material nicht sicher erkennen.

wenig Sorgfalt gemacht, zeigt auch obenein nur einen Längsschnitt; beide widersprechen sich übrigens nicht. Ein Unterschied in der Gestalt der Frucht zwischen Hydr. ovalifolia Rich. und Hydr. angustifolia Hassk. und daraus folgende Verschiedenheit der Art kann also nach dem vorliegenden Material nicht begründet werden. Auch Miquel (Fl. Ind. Bat. 1856. III. p. 234) beschreibt die Frucht, und zwar als cylindricus, viridis superne attenuatus, basi tuberculato-muricatus, superne spinulis muricato ramosis, patentissimis obsitus, succo glutinoso foetus, 5-spermus. Interessant ist die Entdeckung von Hasskarl, dass der Inhalt der Papillen des Stigma rotirt; jedoch nach Analogie von Hydr. vertic. δ gracilis und Anacharis Alsinastrum ist zu vermuthen, dass Rotation in allen Organen der Pflanze stattfindet. Chatin giebt eine Abbildung des Querschnittes des Stammes (l. c. pl. 9. fig. 7), die ich durchaus bestätigen kann. Es sind zwei Kreise von Luftgängen da, wie in Fig. 39 bei Hydr. vertic. α Roxburghii, die Zollinger sammelte, und nur eine Reihe von Zellen zwischen den äusseren Luftgängen und der Cuticula. Die anatomischen Verhältnisse sind sonst, wie bei den vorigen Pflanzen. Die Abbildung, welche Chatin (l. c. Fig. 9 u. 9') vom Blatte giebt, ist verfehlt. Fig. 9 hat keine Zähne und zeigt die Form schlecht, und Fig. 9' hat am Rande kürzere Zellen als auf der Scheibe, während das Verhältniss eher umgekehrt ist; auch hat das Blatt nicht Sägezähne, wie in Fig. 9', mit spitzem Ausschnitt, die nur mit einer Zelle über den Rand hervorragen, sondern normaler Weise „Zähne", welche mit vielen Zellen über den Rand hervortreten.

Ich kann nicht einen einzigen Charakter auffinden, durch den die Hydr. angustifolia Hassk. sich als Species von den früher erwähnten Hydrillen, also auch von den Formen gracilis und crispa, unterschiede. Dass die Blätter ein oder ein Paar Linien kürzer sind oder etwas weitläuftigere Zähne (nicht „Sägezähne" Moritzi) haben, als die Serp. vertic. Roxb., wie Moritzi (l. c.) angiebt, was übrigens nicht einmal durchgehends der Fall und bei den sehr langen Blättern leicht erklärlich ist, kann doch unmöglich eine Species begründen. Blume (Mus. bot. Lugd. Bat. I. p. 82) giebt an, dass die Blätter der Hydr. angustifolia viel schmäler als die von Hydr. ovalifolia seien; dies ist meistens, aber nicht immer der Fall und ohne Gewicht, da das Verhältniss der Länge des Blattes zur Breite bei Wasserpflanzen sehr variirt, z. B. Potamogeton crispus. Wenn Hooker und Arnott (British Flora 1850. p. 412) sagen:

„Udora (or Apalanche), Anacharis and Hydrilla appear each to contain merely a single species of the respective genera“, so muss ich nach sorgfältigster Untersuchung in Bezug auf Hydrilla (freilich nur allein für diese Gattung) beistimmen.

Die männlichen Blüthen aller Pflanzen, welche mir zu Gebot standen, zeigten beim Aufweichen Sepala, Petala und Antheren so verklebt, dass ich nichts recht unterscheiden konnte; nur der Pollen war deutlich. Frucht habe ich von keiner Hydrilla gesehen; Richard hatte auch nur unreife, so dass er nichts über den Bau des Embryum sagen konnte. Endlicher (l. c.) giebt an: „embryo exalbuminosus, orthotropus, extremitate radiculari infera“; Letzteres kann aber nur von den obersten, ansteigenden Saamenknospen, nicht von den unteren, hängenden gelten. Die Angabe von Hasskarl in Bezug auf Hydr. angustifolia: gemmulae inferiores adscendentes, superiores pendulae und semina superiora pendula, inferiora erecta, ist unrichtig, denn nach gewöhnlichem Sprachgebrauch (z. B. bei Endlicher, Gen. Rapistrum 4968, Enarthrocarpus 4970) ist die Sache umgekehrt: semina superiora erecta, inferiora pendula. Hasskarl ist übrigens der Erste, der die verschiedene Lage der Saamenknospen in der Gattung Hydrilla bemerkt hat.

In America kommt die Gattung Hydrilla nicht vor. Chatin (Anat. comp. p. 23) stellt unter Hydrilla fraglich eine Pflanze aus dem herb. Deless., die Claussen (Claussen exsicc. No. 202) in Brasilien gesammelt hat. Die Abbildungen, welche sich auf diese Pflanze beziehen (l. c. Taf. XI. Fig. 4—6) sind auf der Tafel fraglich als Hydr. muscoides (d. h. Lagarosiphon muscoides Harv., der nur am Cap vorkommt) bezeichnet. Ich habe das Original Chatin's im herb. Deless. untersucht. Es ist Elodea guyanensis Rich. Das Blatt ist sehr lang, lanzettförmig und allmälig zugespitzt; die Sägezähne nicht gekrümmt, obgleich sie mit einigen Zellen über den Rand hervorragen; die Stipulae eiförmig, ganzrandig und ohne Papillen.

Da die Annahme der specifischen Indentität der pommerschen mit der lithauischen und den indischen, javanischen und ceylonischen Hydrillen für die beiden ersteren nur auf Untersuchung der vegetativen Organe beruht, so kann ich dieselbe vorläufig nicht mit absoluter Gewissheit, sondern nur als wahrscheinlichste Hypothese aussprechen, die auf Bestätigung durch die Blüthe wartet. Dieser Mangel an absoluter Gewissheit könnte in den Augen Mancher durch die Betrachtung vermehrt werden, dass es unwahrschein-

lich sei, dass eine Pflanzenart im Klima der nördlichen gemässigten Zone bei Stettin, wo die Extreme der Lufttemperatur — 21,6° R. und + 26,5°, und das Jahresmittel + 6,45° R. ist (Dove, klimat. Verhältnisse des preuss. Staats. 3. Abschn. p. 38 u. 39), und zugleich unter den Tropen, unter anderen auf Java vorkommen solle, wo in Batavia die Extreme des wärmsten und kältesten Monats im Mittel zwischen + 17,3° R. und + 24,4° bei einer mittleren Jahrestemperatur von + 22,2° R. (Edinburgh Journal of science. V. p. 269) liegen. Allein dieser Einwand ist aus mehreren Gründen ohne Bedeutung. Erstens ist die Temperatur des Wassers an beiden Orten nicht so gross, als die der Luft. Bei Stettin werden die Extreme im 8′ tiefen Wasser, in welchem die Hydrilla wächst, muthmaasslich — denn Messungen existiren nicht — zwischen der Temperatur der grösseesten Dichtigkeit des Wassers, ungefähr + 3,2° R. und höchstens + 20°, liegen, während sie auf Java in den tiefer gelegenen Gegenden wenig von + 20° abweichen mögen, in den höher gelegenen aber — Hydr. vertic. var. longifolia geht bis 5000′ hoch (Blume, Mus. bot. Lugd. Bat. p. 82) — sich denen des Wassers des dammschen Sees ohne Zweifel noch mehr annähern. Das Bedenken verliert auch dadurch an Kraft, dass es kosmopolitische Landpflanzen giebt, die viel grössere Extreme der Temperatur durchzumachen haben, wiewohl, da die Hydrilla eine Wasserpflanze ist, der Vergleich mit den Landpflanzen weniger zulässig erscheinen möchte, aber es giebt auch viele Wasserpflanzen, die in Klimaten von ebenso verschiedenen Wärmegraden, als Hydrilla verticillata, vorkommen. Ich führe davon an: Potamogeton lucens in ganz Europa, Sibirien, Africa, Nord-America und auf den Marianen; Potamog. perfoliatus im ganzen nördlichen Europa, Asien, Nord-America und in Neu-Holland; Potamog. crispus in ganz Europa, Sibirien, Aegypten, Nord-America, Nepal, Neu-Holland; Potamog. pusillus in ganz Europa, Sibirien, im Caucasus, in Teneriffa, Angola, auf dem Cap der guten Hoffnung, in Brasilien und Chili; Ruppia maritima in ganz Europa, Asien, Nord-America und auf den Sandwichs-Inseln (Kunth, Enum. III). In Bezug auf weit verbreitete Charen macht mir Professor Al. Braun folgende Angaben: Chara coronata Zitz von Norwegen durch das ganze mittlere und südliche Europa, in Nord-Africa, am Senegal, in Mozambique, an der Küste Coromandel und in Bengalen, auf den Südsee-Inseln, in der Songarei, in Japan und auf Java, in Nord-America bis Mexico; Chara foetida durch ganz Europa,

von den Farör-Inseln bis Spanien, in der Ebene und auf den höchsten Bergen (z. B. auf dem Albula 7000′, im Wallis 7000′), in Nord-Africa von Algerien bis Tunis, in Abyssinien (Hochebene), in Aegypten, am Cap der guten Hoffnung, in Syrien, Arabien, in der Tartarei, in Nepal, auf Madeira, in ganz Nord-America bis Mexico, in Peru und Chili; Chara fragilis auf Island, in Lappland und in ganz Europa, in Asien am Altai, in Bengalen, in Algerien, Aegypten, am Cap der guten Hoffnung, in Neu-Holland und Vandiemensland, in Nord-America von Neufundland bis Texas und Neu-Mexico, in Süd-America in Lima und Peru, bei Maldonado an der Mündung des Rio de la Plata.

Gen. Elodea Richard.

Der Name Elodea tritt zuerst in der Flora boreali-americana des jüngeren Michaux 1803 I. p. 20 auf, rührt jedoch nicht von Michaux selbst her, sondern von Richard, wenigstens sagt dieser von der betreffenden Gattung: un genre encore peu connu et auquel j'ai donné le nom d'Elodea (Richard, Mém. de l'institut. Année 1811. Part II 1814. p. 4). Als weitere Erklärung fügt Babington (on Anacharis Alsinastrum. Ann. et Mag. nat. hist. 1848. p. 82) hinzu: that Richard greatly assisted the younger Michaux in the preparation of his work, although he did not allow his name to be placed on its title-page. Michaux rechnet die Gattung zu Triandria Monogynia, und sie ist nach ihm durch hermaphrodite, dreimännige Blüthen im Unterschiede von den übrigen Anacharideen charakterisirt. Die einzige Species, welche Michaux hat, Elodea canadensis, kommt nach ihm in rivulis Canadae vor. 1809 wird der Gattungscharakter von Elodea Rich. (Mich.) bestätigt und ausführlicher hervorgehoben von Humboldt und Bonpland (Plantes aequinoxiales. Tome II p. 190) bei Gelegenheit der Beschreibung einer neuen Species der Gattung, Elodea granatensis, welche die beiden Reisenden in Sümpfen bei der kleinen Stadt Guaduas in Granada gefunden hatten. Es sind Zeichnungen beigegeben, welche Humboldt an Ort und Stelle aufgenommen hatte, und obgleich eine dritte Species, Elodea guyanensis, erst 1814 von Richard (l. c. p. 4 u. 75) bekannt gemacht wurde, so wird diese doch schon in der Beschreibung von Elodea granatensis von Humboldt und Bonpland angeführt und berück-

sichtigt. In der Monographie der Hydrocharideen von Richard vom Jahre 1814 (gelesen den 14. Januar 1812) wird auffallender Weise der Elodea granatensis H. u. B. nicht gedacht, dagegen, wie erwähnt, Elodea guyanensis beschrieben und abgebildet, Elodea canadensis angeführt und eine andere von Humboldt und Bonpland am Orinocco gefundene Species, Elodea orinoccensis, mit der kurzen Diagnose: fol. 3—6, subulatis, recurvis, aufgeführt.

Zwei Jahre nachdem die vorzügliche Arbeit Richard's über die Hydrochariden in der pariser Academie gelesen worden war, 1814, wandte Pursh (Fl. Americae septentrionalis. II. p. 379) den Namen Elodea auf eine Gattung der Hypericineen an, indem als Autor Adanson citirt wird. Hierin ist Nuttall (The genera of North-American plants. II. p. 242) 1818 Pursh gefolgt; ferner 1836 Spach (Suites à Buffon. V. p. 363), indem dieser Schriftsteller noch obenein neben Elodea Pursh ein anderes, ähnlich lautendes Genus der Hypericineen, Elodes, aufstellt; auch Endlicher (Gen. p. 1034), welcher Elodes Spach nur als Unterabtheilung der Gattung Elodea Pursh, vermeintlich Adanson, betrachtet. Wer sich jedoch die Mühe giebt, Adanson nachzuschlagen — und wer sicher arbeiten will, muss jedes Citat selbst nachschlagen — wird finden, dass dieser den Namen Elodea nicht hat, sondern vielmehr (Fam. plant. II. p. 444) deutlich und klar den Namen Elodes. Elodes also heisst nach Andanson die Gattung der Hypericineen, nicht Elodea, und der Name Elodea ist von Pursh Adanson untergeschoben. Die Priorität hat in der beschreibenden Naturgeschichte in streitigen Fällen zu entscheiden, welcher Name gilt. Von diesem Princip ist nur in einzelnen Fällen aus triftigen Gründen, z. B. wenn der der Zeit nach erste Name gegen Grammatik verstösst, oder sonst aus anderen gewichtigen Rücksichten unpassend erscheint, eine Abweichung erlaubt. Der Name Elodea*), welcher von Richard und Michaux schon 1803 der in Rede stehenden Hydrocharideen-Gattung beigelegt wurde, ist der Zeit nach früher gegeben, als derselbe Name irrthümlich auf Adanson's Autorität hin von Pursh 1814 für die Hypericineen-Gattung verwandt wurde. Specielle Gründe für die Verwerfung des Richardschen Namens liegen nicht vor, er ist also beizubehalten, der eigentliche Adanson'sche Namen Elodes für die Gattung Elodea Pursh

*) Elodea Jack (in Hooker's Journal of botany. 1834. I. p. 371 ff.) ist verschieden von Elodea Pursh (Elodes Adans.) und synonym mit Tridesmos Hook. et Arnott (Bot. of Beech. Voy. p. 172) nach Hooker (l. c. p. 372).

herzustellen und der Gattung Elodes Spach ein anderer Name — ich schlage Tripentas wegen der drei 5 Antheren zählenden Staubgefässbündel vor — beizulegen*).

Da Pursh den Namen Elodea für eine Hypericineen-Gattung verwandt hatte, nannte er die Hydrocharideen-Gattung, welche von Richard den Namen Elodea erhalten hatte, unpassender Weise Serpicula. Sein Nachfolger, Nuttall (l. c.), welcher sah, dass dieser Namen für eine andere Gattung längst verwandt sei, benannte 1818 die Hydrocharideen-Gattung Elodea Rich.: Udora; giebt als Charakter dieses mit Elodea Rich. synonymen Genus jedoch nicht den von Elodea an, sondern vielmehr den von Anacharis, welche Gattung Richard (l. c.) 1812 errichtet hatte, wovon aber Nuttall nichts wusste, wie es scheint. Das Nuttall'sche Genus Udora ist nämlich nicht, wie Elodea Rich., hermaphrodit und dreimännig, sondern diöcisch und neunmännig; dennoch behauptet Nuttall, dass die einzige Species, welche er von Udora beschreibt, Udora canadensis Nutt., die sich „in still waters from Canada to Virginia" findet, synonym mit Elodea canadensis Rich. (Mich.) sei, ohne dass dafür die mindesten Belege beigebracht werden. Der Name Udora ist, abgesehen davon, dass er unpassender Weise 1818 einer Gattung beigelegt wurde, die schon den guten Namen Elodea 1803 erhalten hatte, und dass der Charakter, der mit ihm verbunden wurde, schon der der Gattung Anacharis, 1812 errichtet, ist, auch deswegen zu verwerfen, weil er ganz ungrammatisch vom Worte ὕδωρ nach der entstellenden englischen Aussprache: Chuhdor**), das dann wieder nach englischer Orthographie geschrieben, Udor ist, abgeleitet wurde. Der Name Udora, in englischer Orthographie geschrieben, wird nach richtiger Aussprache daher Chuhdora gesprochen. Den Fehler suchte Andrzejowski dadurch zu verbessern, ohne jedoch seine Absicht zu erreichen, dass er Udora in Hydora umbildete. War bisher die Geschichte der Gattung Elodea Rich. verwirrt genug, so steigert sich die Verwirrung seitdem sie den Namen Udora empfing in solchem Maasse, dass sie kaum ihres Gleichen haben möchte.

Nuttall findet Nachfolger in der unbewiesenen Behauptung der Synonymie der diöcischen, neunmännigen Udora canadensis Nutt.

*) Elodes Adans. (nicht Spach) ist also synonym mit Elodea Pursh (l. c.) und umfasst die von Walpers (Rep. I. p. 390) aufgezählten Arten, und Tripentas Casp., synonym mit Elodes Spach (nicht Adanson), enthält nur eine Art: Tripentas palustris.

**) Sprich das ch im Anfange dieses Wortes wie das in der Diminutivsylbe chen.

mit der hermaphroditen, dreimännigen Elodea canadensis Mich. an C. Sprengel (Linnaei syst. veget. 1825. I. p. 170; 1827. IV. II. p. 25), Beck (Botany of the northern and middle states. 1833. p. 342), Hooker (Fl. boreali-americana. 1840. II. p. 193). Ja Sprengel wirft irrthümlicher Weise die indische Serpicula verticillata (L.) Roxb., Willd. (Hydr. vertic. α Roxburghii Casp.) mit Udora canadensis Nutt. und Elodea canadensis Mich. zusammen in eine Species und bringt, um die Verwirrung zu vollenden, sogar Elodea granatensis H. et B. und Elodea orinoccensis Rich. unter das Genus Udora. Hooker geht (l. c.) noch weiter, indem er Serpicula verticillata L. fil., Roxb., Willd., Udora canadensis Nutt., Elodea canadensis Mich., Elodea granatensis H. et B. und Elodea orinoccensis Rich. alle zusammen für dieselbe Art hält, die er Udora verticillata Sprengel nannte! Dabei wird von den genannten Schriftstellern auf die Gattung Anacharis Rich., schon 1812 aufgestellt, keine Rücksicht genommen.

Mit Recht haben daher Babington und Planchon sich dafür erklärt, dass der Gattungsname Udora Nutt. zu cassiren ist, da längst vor ihm von Richard dasselbe Genus Anacharis benannt war, charakterisirt durch Diöcismus und Neunmännigkeit. Nuttall und seine Nachfolger übertragen ohne allen Beweis auf die Gattung Elodea Rich. den Namen und Charakter der Gattung Udora Nutt.; aber das Ding liess sich ja auch umkehren, und auch diese Seite der Sache wurde ausgebeutet. Endlicher (Gen. p. 1206), Meissner (Gen. I. p. 366), Endlicher und Martius (Fl. brasil. 1847. Fasc. VIII p. 97) und Chatin (Anat. comp. 1856. p. 26) übertrugen daher den Richard'schen Charakter des Genus Elodea auf den Namen Udora Nutt., indem bei ihnen Udora nicht, wie bei den Americanern und Hooker, neunmännig und diöcisch, sondern vielmehr dreimännig und hermaphrodit ist, und es prangen somit bei Endlicher, Meissner, Endlicher und Martius, Chatin Anacharis Rich. und Udora Nutt. neben einander als verschiedene Gattungen, obgleich beide von ihren Autoren mit demselben Charakter aufgestellt wurden. Die Verwirrung erscheint nunmehr in der That nach allen Seiten hin ausgebildet. Planchon hat ihr zum Theil abhelfen wollen, indem er statt Elodea Rich., Udora Endl. et Meissn. den Namen Apalanche gab; da aber Elodea Rich. ein volles Recht zu bestehen hat, ist Apalanche abzuweisen.

Da Nuttall und seine Nachfolger die diöcische, neunmännige Udora canadensis Nutt. für synonym erklären mit der hermaphro-

diten, dreimännigen Elodea canadensis Rich. (Mich.), so fragt es sich, auf wessen Seite der Irrthum liegt? Babington (Ann. d. sc. nat. p. 68; Ann. et mag. nat. hist. p. 82) entscheidet sich dafür, dass Richard und Michaux Unrecht haben, indem er meint, dass Richard nur die männliche Blüthe von Elodea canadensis (soll heissen Udora canadensis Nutt.) sah mit drei unfruchtbaren Staubfäden, und dass er sie für hermaphrodit hielt, indem er noch obenein einen zweiten Fehler beging und zugleich wegen Aehnlichkeit der Elodea canadensis mit Elodea guyanensis deren Dreimännigkeit auf die erstere übertrug. Für die letztere Annahme ist gar kein Grund da, und Babington ist im entschiedenen Irrthum, wenn er meint, dass Elodea canadensis keine dreimännigen, hermaphroditen Blüthen habe, wie sich später zeigen wird. Da Nuttall und Andere nach ihm die dreimännige, hermaphrodite Elodea canadensis Rich. et Mich. mit der Udora canadensis Nutt., die als diöcisch und neunmännig bezeichnet wurde, identificirten, so ist damit eigentlich gesagt, falls Nuttall nicht, wie Babington, den Charakter der Elodea canadensis Mich. ganz bezweifelt, dass die hermaphrodite Elodea auch diöcisch und somit polygam sei. Der Erste, der dies wirklich auspricht, ist Torrey (Flora of Newyork. 1843. II. p. 264), indem er zugleich Beweise dafür beizubringen suchte. Er giebt an, dass die männlichen Blüthen neun Stamina hätten, auf besonderen Pflanzen vorkämen, sehr klein und sitzend seien und sich gewöhnlich zur Zeit der Reife ablösten, um so das Geschäft der Befruchtung zu vollziehen. Die hermaphroditen Blüthen hätten meist drei, aber auch fünf, sechs und mehr gelbe Stamina mit gelben Antheren, die oblong und fast sitzend seien, und meist drei von einander abstehende, purpurrothe, mehr oder weniger tief zweilappige Stigmata. Torrey hat jedoch bei Newyork nie die männlichen Blüthen gesehen, sondern nur die hermaphroditen, und hat die männlichen nach Exemplaren beschrieben, die Engelmann bei St. Louis sammelte. Auch geht aus Torrey's Beschreibung hervor, dass er weibliche Blüthen, die gar keine Antheren gehabt hätten, nie bei Newyork gesehen habe. Die Frage ist: hat Torrey mit Recht die Engelmann'sche Pflanze mit der bei Newyork vorkommenden identificirt? Ich habe die Pflanze Torrey's von Newyork, von ihm selbst herrührend, im herb. Hook. in Kew gesehen, freilich in einem blüthenlosen Exemplar; aber von Engelmann's Pflanze habe ich sehr viele Exemplare, männliche und weibliche, besonders im herb. Al. Braun untersucht; auch stan-

den mir einige Beobachtungen Engelmann's in Briefen an Al. Braun und mich in Bezug auf die Pflanze von St. Louis zu Gebot. Aus diesen geht hervor, dass Engelmann nur männliche, sich ablösende Blüthen mit neun fruchtbaren Staminibus und rein weibliche Blüthen mit drei Stigmaten, die schwach zweilappig sind, und mit drei Rudimenten von Filamenten, die keine Spur von Antheren haben, gesehen hat, ohne dass er sagen kann, dass hermaphrodite nicht vorkommen; ja er konnte nicht einmal sicher angeben, ob die Pflanze monöcisch oder diöcisch sei. Beide Pflanzen, die von Newyork und von St. Louis, stimmen aber im Kraut sonst so überein, obgleich ich den Stamm der Torrey'schen Pflanze anatomisch nicht untersucht habe, dass ich kein Bedenken trage, sie für identisch zu erklären; beide sind kleinblättrig, die Engelmann'sche mit noch kleineren Blättern als die von Newyork. Es wäre denn nur dies auffallend, dass bei Newyork nur hermaphrodite Blüthen, bei St. Louis nur Blüthen getrennten Geschlechts beobachtet sind. Es fragt sich, wie sich die Pflanze an anderen Orten verhält? Die europäischen Herbarien geben über diese Frage nur sehr unvollkommenen Aufschluss. Ich habe von der Elodea canadensis Mich. acht Blüthen aus Pensylvanien untersucht, die alle, ausser einer, hermaphrodit waren, aber, vielleicht weil einige beschädigt waren, schwankende Zahlen der Stamina von 2, 3, 6, der Stiele von 1—3 zeigten. Davon später. Nur eine Blüthe zeigte sieben Stamina und keinen Stiel, ob sie aber nicht beschädigt war, wie die Zahl der Stamina vermuthen lässt, kann ich nicht entscheiden. Bei einigen dieser Exemplare des herb. Delessert und Jacques Gay, die von Moser bei Bethlehem gesammelt sind, steht dabei: masc. oder foemina, was darauf schliessen lässt, dass Moser selbst einen Geschlechtsunterschied bei ihnen in jener Gegend beobachtet hat, aber die so bezeichneten Blüthen zeigten sich bei näherer Untersuchung dennoch als hermaphrodit. Wenden wir uns zur Beantwortung der Frage: wie Udora canadensis Nutt. sich in Bezug auf die Geschlechter an verschiedenen Orten verhält, an die americanische Literatur, so erhalten wir darüber nirgend Auskunft. Darlington (Flora cestrica: plants of Chester county. 1837. p. 570) giebt Udora canadensis Nutt. unter Dioecia Enneandria an, hat sie aber nie selbst lebend beobachtet. Asa Gray (Manual of the botany of the northern united states. 2. edit. 1856. p. 441) wirft die Frage gar nicht auf, beschreibt aber nach Vorgang von Torrey die Blüthen als polygamisch-diöcisch. Die

männlichen Blüthen, „which are rarely seen“, wie er ausdrücklich sagt, haben auch nach ihm neun Antheren, deren Filamente kurz und monadelph an der Basis sind. Die fruchtbaren Blüthen haben drei bis sechs Stamina, die bisweilen bloss kurze, sterile Filamente ohne Antheren sind, bisweilen unvollkommene, oblonge, fast sitzende Antheren haben. In wie weit diese Beobachtungen an einem Ort und an denselben Pflanzen gemacht sind, wird nicht gesagt, man kann also nicht entscheiden, ob in der ganzen Sache nicht vielleicht zwei Species mit einander verwirrt sind, deren Repräsentanten die Torrey'sche Pflanze von Newyork, oder die Moser-sche von Bethlehem in Pensylvanien und Engelmann's von St. Louis wären. Der Verdacht, dass dem so sein könne, erhält dadurch einige Nahrung, dass ich im Stamm der bethlehemitischen Pflanze (herb. Vindob.) (XXIX. 81) nur einen Kreis von Luftgängen fand, mit 3—4 Zelllagen nach aussen begrenzt, dagegen im Stamm der Pflanze Engelmann's, Fig. 74, zum Theil zwei Kreise, begrenzt nach aussen von zwei Lagen von Zellen, obgleich auf demselben Schnitt sich an einer Stelle nur eine Reihe von Luftgängen zeigte. Ist durch diese Stelle schon eine Vermittelung zu dem Stamm mit nur einer Reihe von Luftgängen der Udora canadensis von Newyork gegeben, so wird durch die sehr variirende Stammbildung der höchst verwandten Hydrilla verticillata, welche 1—2 Kreise hat, begrenzt durch 1—4 Zelllagen, der Einwand, welcher von dem etwas abweichenden Bau des Stammes der Pflanzen von Newyork oder Bethlehem einerseits und von St. Louis anderseits gegen die specifische Identität derselben entlehnt werden könnte, vollends entkräftet, und ich bin der Ueberzeugung, dass gewichtige Zweifel gegen ihre Artgleichheit nicht erhoben werden können, da sie im Kraut nicht zu unterscheiden sind, obgleich genaue örtliche Untersuchung der Blüthenverhältnisse Bedürfniss ist. Aber ich sehe mich nicht allein genöthigt, gegen meine ursprüngliche Ansicht*) die Identität der dreimännigen und hermaphroditen Elodea canadensis Mich. und der Udora canadensis Nutt. (Anacharis Nuttallii Planch.), früher als diöcisch**) und

*) In vielen Herbarien, deren Hydrilleen ich untersuchte, habe ich Elodea canadensis Mich. und Anacharis Nuttallii Planch. (Udora canadensis Nutt.) sorgfältig als zwei Arten bei der Bestimmung geschieden.

**) Mühlenberg (Catal. 1813. p. 84) rechnet seine Serpicula verticillata, synonym mit Elodea canadensis Mich., zu Monoecia Triandria; er giebt an, abweichend von allen Anderen und von dem, was ich sah: Cal. mas. 4-dent., coroll. 4 pet.; cal. fem. 4-part., coroll. 3 pet.

Nuttallii gestielt sind und einen Funiculus haben, der $\frac{1}{3}$ oder $\frac{1}{4}$ so lang als die Saamenknospe ist. Aber dies variirt. Bei Elodea canadensis, welche ich mit Asa Gray für synonym mit Anacharis Nuttallii Planch. halte, fand ich in dem Germen eines Exemplars, von Moser bei Bethlehem in Pensylvanien gesammelt, die Saamenknospen sitzend oder nur höchst kurz gestielt. Ueberhaupt scheint das Germen von Elodea canadensis zu Veränderungen sehr hinzuneigen. Torrey sagt, dass er bei Newyork oft 3—4 stigmaartige Körper von der Basis des Germen in dessen Innern habe entspringen sehen, obgleich die Saamenknospen daneben entwickelt waren (Fl. Newyork. II. p. 264). Auch der Stamm der Anacharis Alsinastrum (XXVIII. 59) ist im Bau von dem der Elodea canadensis der Moser'schen Exemplare (XXIX. 82) nicht verschieden; er weicht scheinbar etwas von dem des Stammes der Anacharis Nuttallii Planch. (Engelmann's Exemplare) ab; diese Abweichung beeinträchtigt jedoch, aus Analogie ähnlicher Veränderungen der Hydrilla verticillata zu urtheilen, die specifische Identität aller drei Pflanzen nicht im Mindesten, wie schon bemerkt (p. 431). Sogar Babington sieht sich genöthigt, zuzugeben, dass wenigstens ein Theil der englischen Pflanze identisch mit der nordamericanischen ist. Nach ihm findet sich nämlich neben Anacharis Alsinastrum die nordamericanische Anacharis Nuttallii Planch., deren Verhältniss zu Elodea canadensis nicht klar bezeichnet wird, wirklich in England, aber nur in Leigh-Park (Ann. d. sc. nat. l. c. p. 72). In der Ansicht, dass in England zwei verschiedene Pflanzen seien, Anacharis Nuttallii und Anacharis Alsinastrum, hat Babington keine Nachfolger gefunden.

Indem ich für die Beschreibung der Elodea canadensis Mich., Anacharis Nuttallii Planch. (Udora canadensis Nutt.) und der Anacharis Alsinastrum, welche als solche die genauere Darlegung ihrer Identität giebt, auf das Folgende verweise, fragt es sich, welchen Namen die Pflanze in Zukunft führen soll. Die beiden letzten Namen sind von gleichem Alter, von 1848 (Ann. et mag. nat. hist. Ser. II. Vol. I. 1848. p. 81 ff.). Elodea canadensis von 1803 hat die Priorität der Zeit nach. Wirft man gegen Beibehaltung dieses Namens ein, dass der Charakter der Gattung Elodea, wie ihn Richard und Michaux aufstellten: Dreimännigkeit und Hermaphroditismus, auf die polygame Pflanze mit 3—9 Staminibus nicht passe, so ist dies richtig, aber kein Grund, den Namen Elodea zu verwerfen; man hat nur den richtigen Gattungscharakter hinzu-

zusetzen, die Pflanze, welche gemeint war, ist ja dieselbe. Hat die Gattung Elodea durch deren älteste Species, Elodea canadensis, somit den Charakter der Polygamie erhalten, und ist somit in diese Species, Elodea canadensis, der Charakter von Elodea Mich. sensu strictiori und von Anacharis Rich. vereinigt, so frägt sich: wie ist es mit den übrigen Arten der Gattungen Elodea und Anacharis zu halten? Man könnte den Rest der Gattung Anacharis unter diesem Namen belassen wollen, der Rest von Elodea müsste aber einen neuen Namen empfangen. Was wäre jedoch damit gewonnen? Man hätte drei Gattungen von Pflanzen, die anatomisch, morphologisch und physiologisch aufs allerengste zusammengehören, bloss unterschieden durch Polygamismus, Diöcismus und Hermaphroditismus; obenein sind die meisten Arten so wenig bekannt, dass sie nur mit grösster Ungewissheit in eine dieser drei Gattungen gesetzt werden könnten. Einfacher und naturgemässer scheint es mir daher, die beiden Gattungen Elodea Rich. und Anacharis Rich. überhaupt in eine einzige zusammenzuziehen, welche den ältesten Namen, Elodea, führt, indem alle hierher gehörigen Pflanzen keine anderen Unterschiede, die als Gattungscharaktere benutzt werden könnten, darbieten. Es giebt ja auch sonst genug Gattungen, in denen hermaphrodite und diöcische Pflanzen vereinigt sind, z. B. Lychnis, Valeriana, und einige, in denen Pflanzen mit hermaphroditen, diöcischen und polygamen Blüthen vorkommen, z. B. Rumex, und es scheint mir überhaupt unrichtig, die Verhältnisse in der Vertheilung der Geschlechter als Gattungsmerkmal zu gebrauchen; es sei denn, dass sich ausser ihnen noch andere wesentliche morphologische, anatomische und physiologische Unterschiede finden; sie haben höchstens secundären, nie primären Rang. Heisst die aus Vereinigung von Elodea Rich. und Anacharis Rich. gebildete Gattung Elodea, so ist der Name Anacharis überhaupt gestrichen, und die Abtheilung der Hydrocharideen, die ihren Namen nach Anacharis führte, die Anacharideen, ist mit einem anderen Namen zu versehen; ich nenne sie Hydrilleen, weil Hydrilla die am längsten aus dieser Abtheilung bekannten Pflanzen umfässt und ein guter Repräsentant derselben ist.

Ich rechne zu Elodea ch. ref. auch die Gattung Egeria Planch. (Ann. d. sc. nat. 3e sér. tome XI p. 79). Der Charakter dieser Gattung, von der Planchon keine weiblichen Blüthen kannte, die ich jedoch von Egeria densa in einem Manuscript von Aug. de St. Hilaire im h. Mus. Par. beschrieben fand, besteht nach Planchon

in Diöcismus und darin, dass 2—3 gestielte männliche Blüthen in einer Spatha entwickelt werden. Der Diöcismus kann die Aufstellung dieser Gattung ohne sonstige Unterschiede nicht rechtfertigen. Aber, wie sich zeigen wird, ist Egeria in den anatomischen und morphologischen Verhältnissen mit Elodea ch. ref. ganz gleich, und darauf, dass aus einer Spatha zwei bis drei, statt einer Blüthe sich entwickeln, als auf ein blosses Zahlenverhältniss von höchst geringer Differenz und Bedeutung, kann doch in der That keine Gattung begründet werden.

Ich lasse nun zunächst die Beschreibung der Elodea canadensis, die sich in England findet, der Anacharis Alsinastrum Bab. folgen, weil ich sie lebend untersuchen konnte.

Elodea canadensis Rich. et Mich. ch. ref. in England.

(Anacharis Alsinastrum Babington, Ann. et mag. nat. hist. 1848. p. 81 ff.; Ann. d. sc. nat. 3e sér. tome XI. 1849. p. 66 ff.)

1) Lebende Exemplare dieser Pflanze verdanke ich der Güte des Herrn E. T. Bennett, Brockham Lodge, Betchworth, Surrey, der sie mir im April 1854 nach Berlin schickte; die Pflanze kam daselbst im besten Zustande nach einer Reise von 3 Tagen an, wird dort im botanischen Garten noch cultivirt und ist von da in einige andere botanische Gärten verbreitet.

2) Zwei trockne Blüthen-Exemplare, von Edwin Brown in fliessendem Wasser bei Burton-upon-Trent Septbr. 1849 gesammelt, in herb. Casp. und einige in herb. Hook.

3) Ein trocknes Blüthen-Exemplar mir von E. T. Bennett ohne nähere Angabe geschickt.

4) Ein mangelhaftes Blüthen-Exemplar: The White Adder from near Codrington Castle. Berwickshire Septbr. 1849, in h. Mus. Brit.

5) Lankashire, Miss Kirby, in h. Hook., Blüthen-Exemplar.

6) Watford locks, Northhamptonshire, J. Kirk, in h. Treviranus, 3 Blüthen-Exemplare.

1. Geschichte und Fundort.

Die Geschichte dieser merkwürdigen, auf europäischem Boden erst vor Kurzem erschienenen Pflanze, welche in dem mittleren England in einem Jahrzehend eine solche Verbreitung gewonnen hat, dass sie der Schiffahrt und allen Unternehmungen, die in und auf dem Wasser vollzogen werden, in den Canälen und kleineren

Flüssen höchst störend und hinderlich ist, bietet in mehr als einer Beziehung Interessantes dar. Wahrscheinlich ist sie schon ums Jahr 1836 von einem Gärtner, John New, in einem Teich bei Warringtown in Irland unmittelbar nach der Auspflanzung einiger exotischer Wassergewächse gefunden worden; sie vermehrte sich in dem Teich noch in demselben Sommer so, dass es nothwendig war, ihn einige Male davon zu reinigen (Ann. et mag. nat. hist. 1854. XIII. p. 340). Mit botanischem Bewusstsein wurde sie jedoch zuerst von Dr. Johnston am 3. August 1842 (Marshall, The new waterweed Anacharis Alsinastrum. 1852. p. 4) oder schon 1841 (Hooker und Arnott, Brit. Flora. 1850. p. 412) in dem See von Dunse-Castle in Berwickshire in Schottland gesammelt und an Babington geschickt; aber es fehlte die Blüthe, und die Pflanze wurde daher nicht beschrieben. Fast um dieselbe Zeit, als sie in Berwickshire in Schottland entdeckt wurde, ungefähr um 1842, ist sie auch in Irland von David Moore in einem Teich des Gartens von Isaac M. D'Olier in Booterstown bei Dublin gefunden und von da nach dem botanischen Garten in Dublin verpflanzt worden (Ann. et mag. nat. hist. 1854. XIV. p. 310). 1847 wird endlich die Pflanze weit entfernt von den ersten Fundorten in Irland und Schottland von einer Miss Mary Kirby im mittleren England, in Leicestershire in Teichen bei Market Harborough entdeckt, und zwar in blühenden weiblichen Exemplaren. Sie wird im nächsten Jahre, 1848, von Babington (Ann. et mag. nat. hist. l. c.) beschrieben und Anacharis Alsinastrum benannt. Auch in Hampshire, in einem Teich bei Leigh-Park, in der Nähe von Chichester wird sie um diese Zeit gefunden (Babington, l. c. p. 84). Dann wird sie 1848 in der Nähe des Sees von Dunse-Castle von ihrem Entdecker, Dr. Johnston, in dem Nebenflusse des Tweed, dem Whiteadder, gefunden (Marshall, l. c. p. 5). Ferner in demselben Jahre in ungeheurer Menge in einem kleinen Flusse, Lene, in Nottinghamshire (Marshall, l. c. p. 5). Von nun an beginnt die Pflanze, fortgeführt durch den Wasserlauf in dem zusammenhängenden Fluss- und Canalsystem des mittleren Englands, sich hier fast überall hin zu verbreiten. Nur selten ist sie durch Menschenhand verpflanzt worden. Im November 1849 wird sie in grosser Menge in einem Canal in Northhamptonshire gefunden (Marshall, l. c. p. 5). Im August desselben Jahres traf sie Edwin Brown sehr reichlich in Derbyshire und Staffordshire im Trent und in einem Canal

bei Burton-upon-Trent (Marshall, l. c. p. 6). 1850 wird sie in Warwickshire an einigen Orten, 1851 in Cambridgeshire in dem Cam und Ouse (Marshall, l. c. p. 6), 1854 in Oxfordshire bei Oxford gefunden (Gardn. chron. 1854. p. 406). Bei Edinburgh erscheint sie in einem Teich des botanischen Gartens („not planted there", Hooker und Arnott, l. c.) und bei Cork im südlichen Irland (Gardn. chron. 1854. p. 693). Nach Cambridgeshire ist die Pflanze durch Babington gekommen, der sie im botanischen Garten in Cambridge zog (Marshall, l. c. p. 15). Ob und wie die vier ursprünglichen Fundorte in Warringtown, Berwickshire, Booterstown und Leicestershire mit einander zusammenhängen, ist nicht zu ermitteln. An ihrem ersten Fundort in Schottland, im See von Dunse-Castle, ist die Pflanze seit 1851 und 52 durch Schwäne vertilgt (Gardn. chron. 1854. p. 724), deren Zucht daher angerathen wurde, um sie auszurotten, allein im Trent bei Burton-upon-Trent haben Schwäne nicht vermocht, ihr ein Ende zu machen. Die Pflanze ist jetzt eine grosse Plage für alle Binnengewässer Englands, besonders des mittleren, indem sie Schiffahrt, Oeffnen und Schliessen der Schleusen, Fischerei und Schwimmen stört, ja sogar durch ihre ungeheure Menge den Abfluss des Wassers hindert und dies aufstaut. Es ist vorgekommen, dass die Pflanze erst tonnenweise fortgeschafft werden musste, damit Fahrzeuge in die Docks der Binnengewässer gebracht werden konnten, oder dass sie durch Pferde weiter gezogen werden mussten, weil Elodea canadensis das Wasser unfahrbar machte. 1852 stand das Wasser in dem Cam unterhalb Cambridge 1 Fuss höher als sonst, obgleich in einem benachbarten Canal, in welchem die Pflanze noch nicht sich verbreitet hatte, das Wasser 1 Fuss niedriger als sonst war; man schrieb wenigstens die Hälfte jenes hohen Wasserstandes im Cam der Aufstauung zu, welche die Elodea verursachte. Mit Recht führt sie den Namen „Wasserpest", der ihr beigelegt worden ist. Bisher sind in Grossbritanien nur weibliche Pflanzen gefunden, und die schnelle Verbreitung und ungeheure Vermehrung hat ohne alle Saamen, bloss durch das Kraut, stattgefunden, welches selten wurzelt, meist schwimmt und schwimmend neue Sprosse bildet, die leicht von der Mutterpflanze durch irgend welche mechanische Kraft, Bewegung der Wellen, Ruderschläge u. s. w., gelöst, als selbstständige Pflanzen weiter schwimmen. Eine so schnelle und massenhafte Vermehrung bloss durch Sprossenbildung, wie bei der Elodea canadensis, ist wohl ohne Beispiel in der Ge-

schichte der Pflanzen. Die Frage: ist Elodea canadensis in England einheimisch oder fremd? ist schon früher besprochen (vergl. p. 432).

2. Der Stamm der Elodea canadensis in England.

Wie der Stamm aller Anacharideen ist der von Anach. Alsin. drehrund; er verzweigt sich durch axillare Aeste und zerbricht leicht, eine Eigenschaft, die der Vermehrung der Pflanze günstig ist, indem jedes Stück, sobald nur eine gesunde Terminalknospe daran ist, weiter vegetirt. Er, wie das Blatt und die Wurzel sind ohne Epidermis, indem die äusserste Zelllage aller drei Organe sich weder durch Bau noch Inhalt von den darunter liegenden Zellen unterscheidet. Im Stamm und Blatt enthält die äusserste Zelllage Chlorophyll; die Breite zur Länge ihrer Zellen ist im Stamm = 1 : 2 — 3. In der Mitte enthält der erwachsene Stamm ein Leitzellenbündel (XXVIII. 59 b). Gefässe sind nicht mehr da, auch nicht in den Knoten des erwachsenen Stammes, eben so wenig, wie bei irgend einer anderen Anacharidee. Ich bin daher lange der Ansicht gewesen, dass die Anacharideen überhaupt keine Gefässe hätten, eine Ansicht, zu der auch Chatin (Comp. rend. 1855. XLI. p. 695; Anat. comp. 1856. p. 21 ff.) gelangt ist. Aber diese Ansicht ist falsch. Ich bin endlich so glücklich gewesen, die Gefässe der Anach. Alsin. zu entdecken. Sie finden sich nur vorübergehend in der Terminalknospe in den Internodien, die zwischen dem fünfundzwanzigsten bis vierzigsten Blattquirl ungefähr, von oben gerechnet, liegen, und zwar bloss im Stamm, nicht in den Blättern, jedoch hat auch der Stamm nur ein einziges centrales Gefäss (Fig. 62 a, a', 63 a), von dem an dem Knoten nach jedem Blatte ebenfalls nur ein einziges Gefäss (Fig. 63 g, g', g'', 62 a'') abgeht, welches nicht einmal den Rand des Stammes erreicht, sondern schon vor ihm aufhört und nicht ins Blatt eintritt. Diese Gefässe sind von Leitzellen umgeben, jedoch die nach den Blättern abgehenden nur mit 1—2 Lagen. Die Verdickungen dieser Gefässe zeigen keine deutlichen Spiralen, sehr selten Ringe, meist sind es Fragmente von Ringen von etwas über ¼ Umlauf, mit spitzigen Enden. Selten liegen zwei solcher Stücke einander gegenüber und bilden scheinbar einen Ring (Fig. 63 A). Gegen die Spitze und die Basis des Gefässes a a' Fig. 62 und kurz vor dem Beginn des Blattes bei den Gefässen g, g', g'' Fig. 63 werden die Stücke dieser Verdickungen immer kleiner und dünner und

verschwinden endlich ganz. An der Basis des Gefässes aa' tritt dies Verschwinden zugleich mit beträchtlicher Erweiterung des Durchmessers des Gefässes ein, welches endlich ein centraler Gang wird. Die Umgestaltung eines centralen Gefässes zu einem centralen Gange ist in der That etwas sehr Ueberraschendes. Am besten sieht man die Gefässe der Elodea canadensis mit ihren eigenthümlichen Verdickungen, wenn man einen Längsschnitt aus der Mitte einer Terminalknospe mit concentrirter Schwefelsäure behandelt, welche alles Gewebe zerstört bis auf die Verdickungen der Gefässe, die aber endlich auch nach einigen Stunden verzehrt werden. Fig. 62 stellt ein Stück aus einem so mit concentrirter Schwefelsäure behandelten Längsschnitt einer Terminalknospe dar. Die Gefässe auf dem Querschnitt zu finden hat keine Schwierigkeit. Die zunächst dem centralen Gefässe liegenden Leitzellen haben schon zu der Zeit, da die Verdickungen noch vorhanden sind, ein viel grösseres Lumen als die übrigen (siehe Fig. 63, die um a liegenden Zellen), und dies bleibt auch grösser. Wahrscheinlich werden solche vorübergehenden Gefässe überall bei den Anacharideen in der Terminalknospe, vielleicht auch in der Blüthe (Germen, Staubfäden, Funiculus), wie bei den Lemnaceen, auftreten; an getrocknetem Material ist darüber nichts zu entscheiden. Es ist ferner höchst wahrscheinlich, dass auch Najas major, minor, flexilis, Ceratophyllum platyacanthum, Vallisneria spiralis, die wenigen Pflanzen, welche von den sehr zahlreichen, als gefässlos angegebenen, wirklich im Kraut des erwachsenen Stammes keine Gefässe nach meinen Untersuchungen enthalten, dennoch sie vorübergehend in der Terminalknospe oder Blüthe haben, die ich danach noch nicht erforscht habe. Der centrale Gang bei Najas und Zanichellia ist vielleicht auch aus einem Gefässbündel entstanden. Bei Ceratophyllum demersum fand ich jedoch (Bonn, im Juli 1856) weder im erwachsenen Stamm, noch in der Terminalknospe irgend eine Spur eines Gefässes. Die Zellen des Leitzellenbündels der Elodea canadensis sind sehr dünn und lang, haben etwas schiefe Querwände und enthalten grau-weissliche, höchst feinkörnige Stoffe, welche Jod tiefbraun, Zucker und Schwefelsäure rosenroth färbten; ihr Inhalt ist also reich an stickstoffhaltigen Substanzen. Stärke ist nicht darin. Der centrale Gang des Leitzellenbündels (Fig. 59a) enthält Flüssigkeit, nicht Luft, und ist von etwa 12 Zellen im Umkreise begrenzt. In diesen Gang wird eine anfangs farblose Masse abgeschieden, die ihn bis auf eine geringe Höhlung ausfüllt und im

Alter braun wird. Bisweilen enthält das Leitzellenbündel auch noch ein bis zwei andere Gänge ausser dem centralen, die aber kleiner sind als dieser und auch mit der erwähnten braunen Substanz allmälig ausgefüllt werden. Wahrscheinlich sind auch sie aus Gefässen entstanden, indem sich in selteneren Fällen vielleicht ein bis zwei ausser dem centralen im Stamm finden. In den Terminalknospen, die ich untersuchte, fand ich jedoch nur stets ein centrales Gefäss. Die dem Leitzellenbündel nach aussen hin anliegenden Zellen zeigen meist nichts Auffallendes, aber in einigen Fällen entwickeln sie deutlich eine eigenthümliche Beschaffenheit; sie bilden nämlich eine einzige eng geschlossene Reihe (Fig. 59c), die schon dadurch sich von den nicht so regelmässig kreisförmig gestellten Zellen des Rindenparenchyms und des Leitzellenbündels abheben, aber sie zeigen auch auf der Mitte der Seitenwand im Querschnitt einen dunkeln Punkt. Im günstigsten Fall stellt sich dieser bei hinlänglicher Vergrösserung als eine Stelle dar, an der die benachbarten, sonst dicht auf einander liegenden, ungeschiedenen Querwände zweier Zellen etwas von einander treten, ohne jedoch stärker verdickt zu sein (Fig. 60a, a, a, a). Ich bin nicht im Stande gewesen, Näheres über diesen dunklen Punkt der Seitenwände jener Zellreihe bei Elodea canadensis zu ermitteln. Längsschnitte liessen an der betreffenden Stelle nur eine gleichförmige Zellwand erkennen. Es sei mir gestattet, in Bezug auf diese geschlossene Zellreihe, welche das Leitzellenbündel cylindrisch umgiebt, einige analoge Erscheinungen bei anderen Pflanzen zu besprechen, obgleich hier nur so weit, als es zur richtigen Auffassung des in Rede stehenden Gewebstheils nöthig ist. Planchon (Vict. reg. p. 25, Taf. I. Fig. 6 u. 11) ist der Erste, der eine höchst ähnliche Zellreihe in der Wurzel der Victoria regia beobachtet hat, welche hier das centrale Gefässbündel-System umgiebt; ihre Zellen zeigen im Querschnitt von oben, wie bei Elodea canadensis, einen mittleren dunklen Punkt auf der Seitenwand zwischen je zwei Zellen. Planchon giebt eine Abbildung (Fig. 11a), welche diese Zellreihe schief von der Seite und mit einer Reihe von unter einander liegenden dunklen Punkten marquirt darstellt; er hält diese Zellreihe für Gefässe. Gefässe sind es jedoch nicht, sondern Parenchym, dessen Zellen 4—5mal so lang als breit sind. Von der Punktreihe auf der Seitenwand habe ich bei der Victoria regia nichts sehen können, bezweifle aber ihr Dasein nicht, da jene marquirte Zellreihe, welche ich „Schutzscheide“ (vagina tutelaris) nennen

will, weil sie, wie sich später zeigen wird, zum Schutz des Gefäss-bündel-Systems oder Leitzellenbündels dient, sich überhaupt bisweilen so wenig entwickelt, dass sie nicht erkennbar ist, wie dies oft bei Elodea canadensis und auch bei Victoria regia geschieht. Um so weniger zweifle ich am Dasein der Reihe von „Punkten" bei der Wurzel der Victoria regia, da ich sie in der Schutzscheide des unterirdischen Stammes der Adoxa moschatellina auf etwas schiefem Querschnitt hie und da gesehen habe. Diese Punkte, wie sie Planchon nennt, bestehen in höchst kleinen, oblongen, tüpfelartigen Abzeichnungen von sehr schwachem Umriss, ohne dass ich einen Canal erkennen konnte. Ihre Reihe, von oben im Profil gesehen, verursacht also den dunklen Punkt in der Mitte der Seitenwand der Zellen der Schutzscheide. Zwischen den zwei schwarzen Punkten der Zellen der Schutzscheide bei der Victoria regia sah ich auf ihrer horizontalen Querwand (im Querschnitt) ein bräunliches, durch zwei dunklere Linien deutlich begrenztes Band. Noch viel deutlicher zeigt sich dasselbe in der Schutzscheide der knolligen Wurzeln von Ranunculus Ficaria*). Ich weiss dies braune Band, welches fast wie eine Verdickung aussieht, obgleich der Querschnitt im Profil der Wand keine Spur davon zeigt, nicht zu deuten; es fehlt bei Elodea canadensis, Adoxa moschatellina, Stratiotes aloides (deren Wurzel eine Schutzscheide ganz wie der Stamm von Elodea canadensis hat), Podophyllum peltatum (im Rhizom) und Menyanthes trifoliata, bei welcher Pflanze sich im Stamm und in der Wurzel, aber nicht im Blüthenschaft die Schutzscheide findet. Fragen wir nach der ana-

*) Irmisch hat die Knollen von Ranunculus Ficaria zuletzt untersucht und erklärt sie für „Knospen mit einer knolligen Wurzel" (l. c. p. 32). Da aber Irmisch nachgewiesen hat, dass die Knospen zuerst und danach die Knollen entstehen (p. 33), und die Knospe, welche sich nach Entwicklung der Knolle auf ihr befindet, dennoch immer als ein von dieser verschiedenes Organ betrachtet werden muss, so ist es richtiger zu sagen, dass die Knolle die eigenthümlich verdickte Adventivwurzel einer axillaren Knospe ist. Irmisch hat an den Knollen Papillen (d. h. Haare, wie sie die meisten Wurzeln haben) nachgewiesen, aber den eigentlichen Beweis für ihre Wurzelnatur nicht geliefert. Die Knollen des Ranunculus ficaria sind Wurzeln, weil ihr Vegetationspunkt nicht offen und frei, wie beim Stamm, liegt, sondern mit einer in lebendigem Zusammenhang mit ihm stehenden Haube von Parenchym, wie sie den Wurzeln eigen ist, bedeckt ist. Diese Wurzelhaube lässt sich an jüngeren Knollen leicht nachweisen. Der Vegetationspunkt hört bald auf thätig zu sein..

tomischen Bedeutung der Schutzscheide, so führt uns zur Lösung der Frage der Stamm der Potamogeton-Arten einen Schritt weiter zu einem verschieden gestalteten, aber analogen Gewebstheil. Bei Potamogeton natans, lucens und praelongus sah ich im jugendlichen Stammtheil, der noch keine Verholzung zeigte, jedoch nicht in den jüngsten Spitzen, die noch sehr zart waren, eine Schutzscheide, die hier das Gefässbündel-System des Stammes umgiebt und der bei Elodea canadensis ganz gleich ist, nach Hinzuthun eines Tropfens Kalilauge, welche den Schnitt durchsichtig macht, hervortreten. Die gleichmässig dicke Seitenwand zeigt in der Mitte den dunkeln Punkt. Späterhin verändert jedoch die Schutzscheide ihre Beschaffenheit ganz; ihre Innenwand und etwas mehr als die Hälfte der seitlichen und horizontalen Wand verdickt sich sehr stark und verholzt. Die Verdickung hat viele schiefe Poren, aber der dunkle Punkt in der Mitte der Seitenwand ist ganz verschwunden. So zeigen die Potamogetonen, dass die dünnwandige Schutzscheide des Stammes von Elodea canadensis, Adoxa moschatellina, Podophyllum peltatum, Menyanthes trifoliatus, der Wurzeln von Victoria regia, Ranunculus ficaria und Stratiotes aloides dasselbe Organ ist, welches in einer Reihe zierlich und zur grösseren Hälfte auf der Innenseite verholzter Zellen das Gefässbündel-System vieler Stämme und Wurzeln bei anderen Pflanzen umgiebt. Schultz-Schultzenstein bildet diese Schutzscheide, welche nur eine Lage von Zellen dick ist, aus der Wurzel von Iris sambucina (Cyclose. 1841. Taf. VIII. Fig. 3d), Karsten (Die Vegetations-Organe der Palmen. 1847. Taf. III. Fig. 2h) aus der Wurzel von Iriartea praemorsa und dem Rhizom von Maranta bicolor (l. c. Taf. V. Fig. 3 u. 4), Schacht (Pflanzenzelle. Taf. 18. Fig. 3x, 6x, 7x) aus der Wurzel von Dracaena reflexa ab; der letztere Schriftsteller erwähnt ihrer in der Wurzel von Smilax (l. c. p. 318). Ich fand sie in der Wurzel von Typha latifolia, Aletris fragrans, Charlwoodia congesta, Yucca Draconis. Oft ist die Schutzscheide jedoch gleichmässig dick ohne Seitenpunkte, so im Stamm von Hippuris vulgaris, Myriophyllum verticillatum, in der Wurzel von Phoenix dactylifera, Chamaedorea Schiedeana, Butomus umbellatus, Scirpus lacustris. Mohl bildet eine solche ab aus der Wurzel von Diplothemium maritimum (De Struct. Palmar. Tab. J fig. 6 et 7g; p. IL). Das Parenchym, woraus die Schutzscheide besteht, ist oft beträchtlich lang; so bei den Potamogetonen, wo oft B. : L. = 1 : 20 und mehr ist; anderwegen ist es bei starker

Verdickung viel kürzer, so im Rhizom von Typha latifolia (B. : L. = 1 : 1½ — 4) und Sparganium ramosum (B. : L. = 1 : 2 — 6). Eine sehr interessante Schutzscheide hat der älteste Theil des Rhizoms von Papyrus antiquorum: sie besteht hier aus stark verdickten, Prosenchym bildenden Zellen mit vielen Poren, die zwei der Farbe nach verschiedene Lagen bilden; die innere ist dunkelrothbraun und nur eine Zelle tief, die äussere Lage 8 — 10 Zellen tief und hellbraun; nur die innere entspricht der Schutzscheide der übrigen genannten Pflanzen, wie ich anderwegen darlegen werde. Die Schutzscheide besteht bei vielen Pflanzen aus mehreren Zelllagen und findet sich nicht bloss als Hülle des ganzen Gefässbündel-Systems, sondern auch der einzelnen Gefässbündel, so bei Cyperus alternifolius z. B. und den Farrn. Von der Schutzscheide, welche immer dicht dem Gefässbündel-System, oder dem Gefäss- oder Leitzellenbündel aufliegt, sind die Fälle zu unterscheiden, wo sich entweder allein, fern vom centralen Holz- und Gefässkörper, in der Rinde ein zusammenhängender Cylinder von Bastzellen findet (schlechtweg als Bastcylinder zu bezeichnen), z. B. im jungen Stamm von Sapindaceen (d'Urvillea ferruginea), Chenopodeen (Basella rubra), Cucurbitaceen (Cephalandra quinqueloba, Cucumis Chito, Luffa angulata), Papaveraceen (Papaver somniferum), Berberideen (Diphylleia cymosa), Balsamineen (Impatiens parviflora), in der Luftwurzel von Aroideen (Philodendron macrophyllum), der bei weiterem Wachsthum in die Dicke, wo dies stattfindet, zerspringt und endlich als Rindenbestandtheil abgeworfen wird, oder wo ein zweiter aus bastartigen oder langgestreckten Prosenchymzellen (die jedoch keine Bastzellen sind) gebildeter Cylinder ausser der Schutzscheide in dem äusseren Gewebe der Rinde angetroffen wird, wie in der Wurzel von Phoenix dactylifera und Phragmites vulgaris, auch in dem Rhizom von Scirpus lacustris. Ich habe diesen Gewebstheil in meinen öffentlichen Vorlesungen bisher als Scheidenschicht bezeichnet, weil er in sehr sichtbarer Weise eine Scheide um alle eingeschlossenen Theile der Wurzel bildet; er scheint auch, wie die Schutzscheide, die Bestimmung, durch seine Festigkeit Schutz auszuüben, zu haben.

Es frägt sich, was für eine anatomische Bedeutung die Schutzscheide hat? Schultz-Schultzenstein ist wohl der Erste, der sie mit einem Namen belegt; er nennt sie „Bündelscheide", weil „sie bei den synorganischen Bündeln durchaus allgemein und wesentlich sei" (Cyclose. 1841. p. 246), spricht

sich jedoch über ihre Bedeutung nicht näher aus. Da die in Rede stehende Hülle sich aber nicht bloss um die einzelnen Bündel, sondern um das ganze Gefässbündel-System des Stammes und der Wurzel bei vielen Pflanzen findet, ist der Name „Bündelscheide“ nicht passend. Schultz betrachtet sie als aus Bastzellen bestehend, was, wie sich aus dem Vorigen ergiebt, jedenfalls nicht der Fall ist. Auch findet sie sich nicht bloss bei den Pflanzen, die Schultz synorganische nennt, sondern ebenfalls bei „dichorganischen“, z. B. Adoxa moschatellina, Menyanthes trifoliata. Irmisch (Beiträge zur vergleichend. Morphologie der Pflanzen. 1854. p. 34, Taf. I. Fig. 22c) hat die Schutzscheide in einem einzelnen Fall, nämlich bei den knolligen Wurzeln von Ranunculus ficaria, bemerkt und erklärt sie für den „Cambiumring“. Karsten (Vegetations-Organe der Palmen. Abdruck aus den Schriften der berlin. Academie. 1847. p. 97, 118 ff.) ist der Erste, welcher der Schutzscheide eine allgemeinere anatomische Bedeutung beilegt; er schreibt dem Stamm der Monokotyledonen und Farrn eine ringsumgehende Cambialschicht zu, wie sie die Mehrzahl der Dikotyledonen hat, betrachtet den in Rede stehenden Gewebstheil als verholzte Cambiumschicht und nennt ihn schlechtweg „Holzcylinder“. Schacht hat dieselbe Ansicht, der er eine noch umfassendere Ausdehnung giebt, jedoch ohne auf Karsten Rücksicht zu nehmen. Auch er schreibt den Stämmen der Monokotyledonen, Equiseten, Farrn, ja selbst einigen Moosen, z. B. Sphagnum (Schacht, Pflanzenzelle p. 246 ff., 318 ff.) eine Cambialschicht zu, der er den Namen „Verdickungsring, Verdickungsrohr“ giebt, und sieht die Schutzscheide für die nicht entwickelte und verholzte Cambialschicht an. Die Ansicht von Karsten und Schacht empfiehlt sich dadurch, dass die Stämme oder Wurzeln von Mono- und Dikotyledonen, in welchen die Schutzscheide vorkommt, sich meistens nicht mehr verdicken, dass die Schutzscheide ungefähr da auf der Grenze zwischen Rinde und centralem Gefässkörper liegt, wo sonst die Cambialschicht sich findet, und dass durch die Annahme einer selbst bei Monokotyledonen, Farrn, Equisetaceen und Moosen allgemein vorkommenden Cambialschicht auf eine Gleichmässigkeit in dem Bau dieser verschiedenen Pflanzenklassen hingewiesen wird, die bisher Getrenntes mit einem Male in eine wohlthuende und interessante Verbindung bringt. Allein bei genauerer Betrachtung erweist sich diese Ansicht als unhaltbar. Fragen wir nach dem Beweise dafür, dass die Schutzscheide die nicht entwickelte, oft

den zarteren Organen, die sie einschliesst, Schutz zu gewähren, zeigt sich sehr deutlich an den Wurzeln von Charlwoodia- und Yucca-Arten, die sich nicht verdicken. Die Wurzel lebt und wächst an der Spitze fort, aber an der Basis stirbt die Rinde weit ab und verwest selbst mit der Korkschicht, die dem Verderben am längsten widersteht, gänzlich, bis auf die Schutzscheide, die durch ihr festes, stark verdicktes Parenchym äusseren Einflüssen trotzt und das Leben der Organe, die sie einschliesst, bewahrt. Auch ergiebt schon der Bau der Zellen der parenchymatischen Schutzscheide mit ihren stark verdickten Innenwänden, nur zur Hälfte verdickten Seiten- und Querwänden und ihrer Lage in dicht geschlossener Reihe, dass sie zu jenen Grenz- und Schutzgebilden gehören, die sich auf der Aussenseite vieler Organe finden. Ganz ähnlich wie die Schutzscheide der Dracänen und Potamogetonen ist z. B. die Epidermis des Blattes von Peperomia rubicaulis, Sanseviera guineensis, Gasteria obliqua, die zweite Schicht von aussen der Saamenschaale bei Berteroa incana (Caspary in Nees v. Esenbeck's Gen. pl. Fl. germ. Fasc. XXVII. Bert. fig. 27b—b), Lepidium virginicum, Carichtera Vellae und die zweite Schicht von innen der Saamenschaale von Lunaria biennis (Caspary l. c. Lunar. fig. 22e—e) gebaut. Ich kehre jetzt zu Elodea canadensis zurück.

An den Knoten des Stammes werden die Zellen des Leitzellenbündels sehr kurz, und aus diesem verkürzten Gewebe desselben entspringen seine Zweige, die ins Blatt, in die Wurzel und die Aeste gehen. Es ist umgeben mit dem Parenchym der Rinde, welches dicht daran in den Internodien sehr lange Zellen hat, B.:L. = 1:6 — 8, die nach der Aussenseite des Stammes zu jedoch viel kürzer werden. Das Parenchym der Rinde enthält Stärke, in der ich unter Wasser keine Schichtung bemerken konnte, jedoch schienen die grösseren Körner unter Chlorzinkjod einige Schichten und einen dunklern Kern zu zeigen; ihre absolute Grösse ist $\frac{1}{196}$—$\frac{1}{156}$''' paris. duod. Oft genug aber mangelt auch die Stärke, z. B. in Pflanzen, die etwa 6 Wochen bei mir im Zimmer stehen und früher Stärke zeigten, ist sie jetzt ganz verzehrt (6. März 1856). Die Stärke geht in den äusseren Zellen der Rinde in Chlorophyll über, und zwar so, dass oft ein Chlorophyllkorn ein grosses Stärkekorn enthält, also durch Jod zum Theil bräunlich, zum Theil violett wird. Sehr schön zeigt sich das Verhältniss des Chlorophylls zur Stärke in den Körnern unter

Chlorzinkjod. Das Chlorophyll, welches das Stärkekorn umgiebt, bleibt grün, wird aber von dem eingeschlossenen, aufquellenden Stärkekorn zersprengt und abgestreift, so dass dann das aufgequollene Stärkekorn und seine grüne Hülle sich getrennt neben einander befinden (vergl. Mohl, Botan. Zeitung. 1855. p. 111). Zucker und Schwefelsäure bewirken im Parenchym des erwachsenen Stammes keine rosenrothe Färbung; an den Knoten wird es kürzer, und in den Knoten selbst haben seine Zellen in einer 3—4 Lagen dicken Schicht nach allen Seiten ungefähr gleichen Durchmesser. Die Luftgänge des Stammes sind an Zahl geringer und kleiner als bei Hydrilla verticillata. In der Nähe des Leitzellenbündels sind sie am zahlreichsten, aber nur erweiterte Intercellularräume zwischen 4—6 an einander grenzenden Zellen. In der Mitte zwischen dem Leitzellenbündel und der Aussenseite des Stammes sind die Luftgänge grösser und von 8—11 Zellen umgeben. Regelmässigkeit in der Vertheilung mangelt ihnen oft. Die Zahl der grossen, die meist einen Kreis bilden, schwankt zwischen 3 und 12; in der Nähe der Knoten hören sie auf; im Schnitte dicht unter den Knoten zeigen sich nur Spuren davon, und die Rinde besteht hier aus fast ganz dichtem Parenchym. Der Stamm zeigt, wie der aller Anacharideen, kein Mark, kein Holz, keinen Bast; obgleich der Gegensatz zwischen Mark und Rinde fehlt, so habe ich doch die parenchymatische Umgebung des Leitzellenbündels ihrer Lage wegen als Rinde bezeichnet. Der Unterschied im Bau des Stammes zwischen Hydrilla verticillata und der in England vorkommenden Elodea canadensis (siehe Fig. 11, 59 u. 39) beruht darauf, dass Hydrilla verticillata 1—2 Kreise grosser Luftgänge und 1—4 Lagen von Parenchym zwischen dem äusseren derselben und der Cuticula entwickelt und keine Schutzscheide, wie es scheint, besitzt; der Stamm von Elodea canadensis dagegen nicht so viel Mannigfaltigkeit zeigt, indem er nur einen Kreis von grossen Luftgängen hat und stets 3—5 Schichten als ihre äussere Begrenzung. Jedoch habe ich, wie bemerkt, bei der Elodea canadensis, die Engelmann bei St. Louis gesammelt hat, auch zwei Reihen von Luftgängen gefunden. Ein durchgreifender anatomischer Unterschied in der Stammbildung zwischen beiden ist also nicht vorhanden.

Die längsten Internodien, welche ich sah, waren gerade einen Centimeter lang; meist sind sie kürzer und nehmen gegen die Spitze des Stammes immer mehr an Länge ab. Die Terminalknospe (XXVII. 45) ist stumpf keglig, fast cylindrisch, sehr dünn,

oben abgerundet, weisslich und lässt ihr Gewebe gut erkennen, während die von Hydrilla verticillata höchst trübe ist. Sie besteht fast durchweg auf der Oberfläche aus sechseckigen Zellen (Fig. 46), welche weissliche, höchst feinkörnige Proteinmassen (XXVIII. 49) und einen kugligen, soliden Kern, die Jod beide dunkelbraun färbt, enthalten. Von Stärke ist in der Terminalknospe und in den jüngsten Blättern keine Spur. Die Spitze der Terminalknospe abgeschnitten und von oben gesehen, zeigte keine durch Grösse ausgezeichnete Terminalzelle, sondern alle auf ihrer Oberfläche sind gleichmässig sechseckig. Der Stamm wächst also wahrscheinlich nicht durch Theilung einer Scheitelzelle, sondern aller, die auf seiner Spitze sind.

3. Das Blatt von Elodea canadensis.

Unter der Terminalknospe in einer Entfernung von fast zweimal ihrer Breite entstehen die jüngsten Blätter, und zwar meist zu dreien in einem Quirl; die Quirle wechseln mit einander ab, und die Blätter bilden auf solche Weise sechs senkrechte Reihen am Stamm. Fig. 45 zeigt davon drei auf der dem Beschauer zugekehrten Seite. Das jüngste Blatt ist im Profil als ganz flache Erhebung sichtbar (Fig. 45a, a), welche zwei über einander liegende Zellen erkennen lässt (Fig. 47a). Der zweite Blattquirl von oben zeigt seine Blätter als deutliche, graue, oblonge Erhabenheit (Fig. 45b). Beim dritten Quirl (Fig. 45c, c) ist in einer der beiden Zellen, welche das jüngste Blatt im Profil bilden (Fig. 47a), eine schiefe Theilungswand entstanden, und zwar in der oberen dieser Zellen (Fig. 47c), so dass die Blätter des dritten Quirls drei Zellen im Querschnitt zeigen. Die darauf folgenden jüngsten Blattquirle erheben sich mehr und mehr; die einzelnen Blätter sind breit-eiförmig und an der Spitze abgerundet (Fig. 45d, d, d, e, f, g). Ich werde später näher die Entwicklung des Blattes darstellen.

Das erwachsene Blatt zeigt im Querschnitt zwei Zellenlagen (wie das von Hydrilla verticillata Fig. 8) und eine Mittelrippe aus langen Leitzellen bestehend; an dieser ist das Blatt drei Zellschichten dick; auch sind an ihr einige kleine Luftgänge von vier Zellenreihen umgeben. Das Blatt ist höchstens 5''' lang und 1''' breit, eiförmig bis oblong und lineal, abgerundet zugespitzt. Seine Zellen enthalten zahlreiche wandständige Chlorophyllkörner, die,

von einer Seite gesehen, fast kreisrund sind (Fig. 53A, A) und abgeplattet von der anderen (Fig. 53B).

Das Chlorophyll des erwachsenen Blattes der Elodea canadensis zeigt wie das Chlorophyll im Allgemeinen und die Stärke ringsum einen hellen Schein (Fig. 53A, B, C, c); er ist unfehlbar ganz sichtbar, wenn man mit der Hand das Licht verdunkelt oder den Spiegel so stellt, dass das Feld des Mikroskops halb dunkel ist. Er war mit allen guten Mikroskopen, die ich vergleichen konnte, von Schiek, Oberhäuser, Benèche wahrnehmbar. Der Ausdruck Schein soll in keiner Weise der Deutung der Erscheinung vorgreifen. Der Schein bleibt nach Anwendung von Jod und wird von Jod nicht gefärbt; Jod und verdünnte Schwefelsäure färben ihn nicht blau und verändern ihn nicht; er ist sichtbar nach Auskochung des grünen Farbestoffs in Alkohol und zeigt sich selbst, nachdem das Chlorophyll Tage lang in concentrirter Schwefelsäure gelegen hat und die Zellwand ganz zerstört ist. Jedoch muss man, um ihn unter concentrirter Schwefelsäure zu sehen, ein ganzes Blatt mit einigen Tropfen derselben befeuchten, dann findet die Einwirkung langsam statt; bringt man dagegen concentrirte Schwefelsäure auf Schnitte oder Stücke eines Blattes, so ist die Einwirkung zu plötzlich, und es findet gänzliche Zerstörung des Chlorophylls statt. Diesen Schein hat Naegeli als Membran bezeichnet (Naegeli und Schleiden, Zeitschrift für wissensch. Botanik. Hft. 3 u. 4 p. 110 ff., Taf. 3. Fig. 12, 17) und ihn sogar für eine Cellulose-Membran gehalten, sich jedoch in neuerer Zeit davon überzeugt, dass er aus Cellulose nicht besteht (Systemat. Uebersicht der Erscheinungen im Pflanzenreich. 1853. p. 16). In Bezug auf die Entstehung des Scheins im Allgemeinen „bei Kernen, Schleimbläschen und Farbebläschen“ sagt Naegeli: „Eine kleine Partie von Proteinverbindungen gestaltet sich zu einem Tropfen, welcher durch Coaguliren seiner äussersten Schicht sich mit einer Membran bekleidet“ (Systemat. Uebersicht p. 16). Naegeli ist also der Ansicht, dass der Schein coagulirter Proteinstoff ist. Dies ist jedoch nicht der Fall, denn Jod färbt ihn nicht gelb oder braun, ebensowenig wie Jod und verdünnte Schwefelsäure; Proteinsubstanzen werden jedoch durch Jod oder Jod und verdünnte Schwefelsäure tief gelb oder braun. Dass der Schein nicht, wie bei der Stärke, eine Interferenz-Erscheinung ist, wird durch das Factum bewiesen, das Naegeli schon 1846 beobachtete und bei Conferva glomerata abbildete (Naegeli und

Schleiden, Zeitschrift l. c. Fig. 13), dass da, wo Chlorophyllkörner dicht zusammen liegen, und zwar so dicht, dass sie sich gegenseitig polygonal drücken, sie sich dennoch nicht mit dem grünen Theil berühren, indem eine farblose Substanz, die den Schein bildet, zwischen ihnen sich befindet. Selbst Mohl, der den Schein beim Chlorophyll sonst nicht beobachtet hat (Botan. Zeitung. 1854. p. 94), bestätigt doch dies Factum, deutet es aber dahin, dass die Chlorophyllkörner „in eine schleimige Schicht eingesenkt seien" (l. c. p. 109). Jedoch bestätigt sich diese Ansicht nicht, denn wenn man die Zellen bei Elodea canadensis oder Vallisneria spiralis zerreisst, so dass die Chlorophyllkörner isolirt werden und man sie ausser der Zelle einzeln betrachten kann, wird man sich davon überzeugen, dass jedes einzelne Korn ringsum gleichmässig und nach allen Seiten den Schein besitzt. Die Chlorophyllkörner von Elodea canadensis und Vallisneria spiralis bilden nämlich, wie Mohl es von denen vieler anderen Pflanzen nachwies, aus der Zelle entfernt in Wasser keine Vacuolen, sondern bleiben unverändert. Der Schein verhält sich optisch und zu Reagentien (zu Jod, Jod in Verbindung mit verdünnter Schwefelsäure, zu concentrirter Schwefelsäure, zu Kali) wie die Gelatine, die oft als sehr dicke Schicht sich bei Algen findet, z. B. bei Tetraspora bullosa, Hyalotheca dissiliens*), und ich möchte ihn daher für einen solchen Gelatineüberzug halten, nicht aber als Membran bezeichnen, indem ich dies Wort für die Zelle behalten und es nicht auf die Hülle von Körnchen übertragen möchte, die ich mit Mohl nicht als Zellen, auch nicht als Bläschen betrachten kann. Beim Chlorophyll habe ich nicht, wie bei der Stärke, ausser dem Schein äussere Interferenz-Linien, die mit dem Umrisse des Korns parallel gingen, gesehen (siehe p. 401). Das Chlorophyllkorn der Elodea canadensis bietet aber noch, wie auch das vieler anderer Pflanzen, z. B. der Vallisneria spiralis, Victoria regia, Aponogeton distachyum, eine Erscheinung dar, die bisher nicht bemerkt ist, obgleich sie bei Untersuchung des Chlorophylls jedenfalls zu berücksichtigen ist. Der grüne Theil zeigt nämlich oft, nicht immer, einen helleren, nicht körnigen Rand (Fig. 53 A, A, d) und eine dunklere, trübe, punktirt-körnige Mitte (Fig. 53 A, A, e), die bisweilen durch eine mehr oder weniger

*) Bei Nostoc commune besteht die Wand aus Cellulose, obgleich sie der Consistenz und dem Verhalten zu Wasser nach gelatineförmig ist; sie wird durch Jod und Schwefelsäure blau. Bei Nostoc Wallrothianum Kg. zeigt die gelatinöse Wand keine Cellulosereaction.

deutliche, dunkle Linie begrenzt ist. Bei Anwendung von Jod und verdünnter Schwefelsäure, welche das Chlorophyllkorn braun färben, zeigt sich diese dunklere Linie zwischen dem nicht körnigen Rande und der trüberen, körnigen Mitte am besten, und zwar unter gewissen Lichtverhältnissen, deren ich nicht Herr bin, auf allen Körnern; ich habe diese Erscheinung, während ich dies schreibe, bei einem grauweiss bewölkten, aber hellen Himmel und einer Vergrösserung von 379—518mal sehr schön vor mir*). Bei blauem Himmel sah ich sie meist nur an wenigen Körnern oder gar nicht. Unter Wasser, ohne Anwendung von Jod und verdünnter Schwefelsäure, zeigt sie sich deutlicher und häufiger in der Profilansicht der grünen, flachen Körner, die auf den Seitenwänden sitzen, als auf ihrer kreisrunden Seite. Auch nach Auskochen des Blattes in Spiritus und Entfärbung des Chlorophylls zeigt sich die unkörnige Aussenschicht, die körnige Mitte und zwischen beiden eine dunkle Linie. Wer die Erscheinung nicht gleich findet, erkläre sie deswegen nicht für nicht vorhanden; ich habe sie wiederholentlich seit Jahren gesehen, aber sie zeigt sich nicht bei allen Körnern gleich deutlich und nicht unter allen Lichtverhältnissen. Bei Körnern, die mit concentrirter Schwefelsäure unter langsamer Einwirkung in der oben angegebenen Art behandelt waren, fand die Scheidung des grünen Theils in eine dunklere Mitte und einen helleren Rand nicht statt. Die höchst feinen Körnchen, welche sonst sich nur in der Mitte zeigten, waren auch auf dem Rande sichtbar, ja traten bisweilen über diesen als Erhabenheiten hervor, wie dies Mohl bei dem Chlorophyll anderer Pflanzen ohne Anwendung von Schwefelsäure gesehen hat (l. c. p. 109). Die Schwefelsäure hatte das Chlorophyllkorn der Elodea canadensis so verändert, dass sein ursprünglicher Bau nicht mehr hervortrat. Es liegt sehr nahe, jene dunkle Linie, wie bei der Stärke, den Oeltröpfchen und Luftblasen, als eine Interferenz-Linie und somit als rein optische Erscheinung aufzufassen. Herr Professor Helmholtz, der sie mit mir bei Vallisneria spiralis gesehen hat, erklärte sie dafür. Zugleich ist aber für die genannten Pflanzen anzunehmen, dass das Chlorophyllkorn zwei verschiedene Theile zeigt, eine äussere, unkörnige, hellere Aussenschicht und eine trübere, körnige Mitte. Ungefähr auf die Grenze beider fällt die Interferenz-Linie, die ich auch oft nicht wahrnahm, wenn dennoch die Aussenschicht und die körnige Mitte sichtbar

*) Ich schrieb diese Worte im März 1856.

waren. Das Chlorophyll des Blattes von Elodea canadensis enthält keine Stärke, ebensowenig wie das von Vallisneria spiralis. Kocht man eine Zweigspitze mit ihren Blättern der Elodea canadensis in Spiritus bis zur Farblosigkeit aus, zerreisst die Blätter mit der Nadel, so dass das Chlorophyll aus den Zellen befreit wird, und die einzelnen Körner deutlich gesehen werden können, so zeigt sich, dass alle Chlorophyllkörnchen gleichmässig durch Behandlung mit Jod gebräunt werden, dass sie also keine Stärke enthalten, und zwar ist dies beim Chlorophyll des Blattes in allen Entwicklungsstufen desselben der Fall.

Die Randzellen des Blattes und auch die an der Mittelrippe enthalten sehr wenig Chlorophyll, weswegen der Rand an getrockneten Exemplaren weisslich erscheint; er ist bis zur Spitze mit Sägezähnen besetzt. Die Sägezähne (XXVII. 42) bestehen aus einer einzigen Zelle, die erwachsen braun ist, besonders an der Spitze, und sich meist allein über den Blattrand erhebt. Diese geraden, spitzigen, wenig nach vorn gerichteten Sägezähne unterscheiden das Blatt der Anacharis Alsinastrum auf den ersten Blick von dem der Hydrilla verticillata, welches gebogene, 3—9zellige Zähne hat. Auf der Spitze des Blattes steht der grösseste, ganz gerade Zahn.

Wie bei Hydrilla verticillata rotirt der Zellinhalt längst der Wand. Ich hatte dies nach Analogie der Hydr. vertic. vermuthet, und bat Herrn Bennett Anfangs 1854 (Ende März, wenn ich nicht irre), bevor ich die lebende Pflanze gesehen hatte, dieselbe in England darauf zu untersuchen. Er schrieb mir im April 1854, dass er die Rotation wirklich gefunden habe, und zwar besonders in der Nähe der Mittelrippe. Erst später theilteh öffentliche englische Blätter Nachrichten über die Rotation mit. Ich habe sie, nachdem ich die lebende Pflanze erhalten hatte, Anfangs nur am Rande und in der Mittelrippe bemerkt, wo Lawson (Lancaster and Busk's Quarterly journal of microsc. science. 1854. No. V) sie auch nur gesehen hat. Später habe ich sie jedoch in allen Zellen der Blattscheibe in jüngeren Blättern, bei denen die Zellkerne schon verschwunden und das Chlorophyll entwickelt war, wahrgenommen, obgleich lebhafter in den langen Randzellen und denen in der Nähe der Mittelrippe als in den übrigen Zellen der Blattfläche. Der Zellinhalt rotirt längst den Seitenwänden der Zellen; die Ebene des Stroms ist also die der Blattfläche. Das Chlorophyll, welches sich auf der Aussenwand befindet, zeigt so gut wie gar keine Bewegung,

jedoch wird es hie und da, besonders die seitlich stehenden Körnchen, auch in sie hineingerissen, wenn sie sehr lebhaft ist. Lawson giebt richtig an, dass der Zellkern nicht mitrotirt (Lancaster and Busk l. c. VI. p. 132); er ist nämlich zur Zeit der vollständigen Entwicklung des Chlorophylls schon verzehrt. Branson (Lancaster and Busk l. c. VI. p. 131) hat beobachtet, dass unter polarisirtem Licht die langen, dünnen, chlorophyllarmen Randzellen, ausser den Zähnen, und die Zellen der Mittelrippe hell leuchten, während die anderen dunkel sind, und schliesst daraus, dass die ersteren Kieselsäure enthalten. Die Beobachtung ist richtig, der Schluss jedoch unberechtigt. Die in Pflanzen vorkommende Kieselsäure ist, wie die Cellulose, einfach lichtbrechend (Ehrenberg, Monatsbericht der berliner Academie. 1849. p. 71 u. 68), wo sie dennoch als doppelt lichtbrechend angegeben wird, (z. B. Carpenter, the microscop. 1856. p. 405) bei Equisetum hyemale, beruht dies wahrscheinlich darauf, dass sie in Schichten gelagert ist, wie geschichtete Cellulose auch doppelt lichtbrechend ist, z. B. in den Tüpfeln von Pinus sylvestris. Man kann daher aus der Eigenschaft einer Zelle, das Licht doppelt zu brechen, nicht schliessen, dass sie Kieselsäure enthält. Verbrennt man Blätter von Elodea canadensis zu Asche, so bleibt auch kein in Säuren unlösliches Skelett zurück, wie etwa bei Equisetum hyemale. Es lässt sich also in jenen unter polarisirtem Licht leuchtenden Zellen Kieselsäure chemisch nicht nachweisen, und ihr optisches Verhalten scheint auf ihrer Structur zu beruhen.

Das Blatt der Elodea canadensis habe ich in seiner Entwicklung auf frühere Zustände hin verfolgt, als das der Hydrilla verticillata. Wie die Blätter im Profil in den jüngsten Quirlen erscheinen, ist schon gesagt. Es war mir jedoch nicht möglich, die ersten Zustände des Blattes von oben her zu ermitteln, und ob es mit Erhebung einer Zelle oder mehrerer anfängt, kann ich nicht sagen. Fig. 56 stellt den jüngsten Blattzustand dar, den ich mit Sicherheit auf dem Querschnitt der Terminalknospe unter Kalilauge sah. Das Blatt zeigte sich flach-halbkreisförmig, fast nierenförmig, hatte im Umfange cde 8 Zellen und im Durchmesser 7. Was von Bedeutung ist, ist dies, dass die beiden Zellen des Scheitels b, b′ durch Lage und Kleinheit andeuten, dass sie eben aus einer den übrigen Zellen an Grösse gleichen Mutterzelle entstanden sind. Es ist also die Spitzenzelle des Blattes nicht etwa von Anfang fertig, sondern die Theilung geht auch in ihr vor sich. Das Blatt bildet

Neben der secundären Axe 2 findet sich in der Achsel des Blattes b′ eine tertiäre Axe (Fig. 54, 3), welche an dem ersten Knoten des Zweiges 2 in der Achsel des Blattes b′ entspringt, und deren erstes Blattpaar b″, b″ wieder seitlich steht. Man kann sich davon, dass die Axe 3 tertiär und nicht etwa der Axe 2 coordinirt ist, aufs Beste durch einen Schnitt überzeugen, welcher den Ursprung ihres Leitzellenbündels aus der Axe 2 vom ersten Knoten derselben darlegt. Aus dem Knoten der Axe 1, welchem die Blätter a, a′, a″ angehören und von dem Axe 2 ausgeht, an der Basis der secundären Axe (2) erscheint die Wurzel r (Fig. 54), unterhalb des seitlichen Blattes b, welches von der Wurzel nicht durchbrochen wird; die Wurzel r gehört also der Axe 1 an.

4. Die Wurzel.

Ihr Ursprung ist eben angegeben; sie ist fadenförmig und unverzweigt; die längsten, die ich sah, maassen 2¼″. Sie hat eine Haube, wie die von Hydrilla, deren Aussenschichten zerstört werden und sich ablösen, besonders gegen die Basis der Wurzel hin. Ob die zerstörten Schichten ersetzt werden, ist zu untersuchen. Die Rinde besteht aus Parenchym, welches weisslichen Saft und weissliche Körnchen (nicht Stärke) enthält; Luftgänge, die jedoch nur von 4—7 Zellen im Umfang begrenzt sind, durchziehen sie zahlreich. In der Mitte der aus dem Stamm ausgetretenen Wurzel ist ein Leitzellenbündel, das im Centrum einen Gang hat, der nicht Luft, sondern Flüssigkeit führt und von 10—11 Zellen im Umfang begrenzt wird. Ob dieser Gang, wie der des Stammes, ursprünglich ein Gefäss war, kann ich gegenwärtig aus Mangel an brauchbarem Material nicht entscheiden. Wurzelhaare, die ich bei Hydrilla verticillata nicht gesehen habe, entwickeln sich als dünne, fadenförmige Auswachsungen der Zellen der obersten Schicht, jedoch spärlich, und zwar 3—4‴ über der Wurzelhaube; sie zeigen sich aber erst später, indem sie jungen Wurzeln selbst von 1″ Länge noch fehlen. Eine Schutzscheide konnte ich nicht finden. Mark ist nicht vorhanden.

5. Die Stipulae.

In der Blattachsel sitzen zwei Stipulae intrafoliaceae, welche rundlich (Fig. 44) oder eiförmig (Fig. 43) und sehr winzig, nur $\frac{1}{16}$—$\frac{1}{13}$‴ paris. duod. lang sind, und kein Chlorophyll führen. Sie bestehen aus weisslichem, gleichartigem, 2 Lagen starkem Parenchym ohne Leitzellen. Der Querschnitt (Fig. 61) zeigt die beiden Paren-

Entwicklung des Chlorophylls findet zuerst an der Spitze des Blattes statt, zuletzt an der Basis. Die Entwicklung, welche das Chlorophyll durchläuft, ist folgende: Der Inhalt der Zellen sehr junger Blätter ist weisslicher, höchst feiner Körnerstoff und ein kugliger Cytioblast (Fig. 49); im vierzehnten oder fünfzehnten Quirl unter der Spitze fängt sich der Zellinhalt schwach grünlich zu färben an. Im jüngsten Zustande dieser sehr schwachen grünlichen Färbung war es mir unmöglich, bei den besten Linsen und dem besten Licht, zu entscheiden, ob der grüne Farbestoff dem flüssigen Theil des Zellinhalts oder dem körnigen angehört. Um den Zellinhalt genauer zu untersuchen, hatte ich die Blättchen, welche die grünliche Färbung zuerst zeigten, mit der Nadel unter Wasser zerrissen, und so den Inhalt der Zellen frei gemacht. Er besteht aus körnigen Proteinstoffen, die Jod tief braun, Zucker und Schwefelsäure rosenroth färben, und auch aus zahlreichen, höchst kleinen Stärkekörnchen. Bald aber zeigt es sich, dass die grünliche Farbe an höchst kleine Körnchen gebunden ist, deren Structur nicht weiter bezeichnet werden kann. Schwache Jodlösung färbt sie nicht, während daneben liegende kleine Stärkekörnchen blau werden; starke Jodlösung (von der Farbe dünnen Caffees) bräunt sie, wie die Proteinstoffe der jungen Zellen. Es scheint mir kein Grund vorzuliegen, um anzunehmen, dass die Chlorophyllkörnchen hier aus Stärkekörnchen entstehen. Bei der Victoria regia habe ich mich bei den Blättern des Stammes überzeugt, dass das Chlorophyll nicht aus Stärke oder auf Stärkekörnern entsteht, denn diese sind im jugendlichen Victoria-Blatt in den späteren Zeiten der Vegetation überhaupt nicht vorhanden. Die Chlorophyllkörnchen der Elodea canadensis sitzen der Wand auf, sind aber nicht gleichmässig über sie vertheilt, sondern befinden sich hauptsächlich auf den Seitenwänden, weniger auf der oberen, über die sie sich aber oft irgend wo als ein dicker Gürtel hinlegen, so dass dann die obere Zellwand zwei gerundete, grössere, chlorophyllfreie Stellen zeigt. Die Körnchen werden allmälig grösser, und mit ihnen die Farbe des Blattes tiefer grün. Ein älteres Blatt von etwa $\frac{1}{2}$ der Grösse des erwachsenen zeigt sie schon sehr deutlich (Fig. 50); ihre absolute Grösse war zwischen $\frac{1}{625}$ und $\frac{1}{769}$''' paris. duod. (genauer zwischen 0,0016 — 0,0013'''). An ihnen ist in diesem Zustande zweierlei zu unterscheiden: 1) der helle Schein ringsum und 2) die schlecht begrenzte, grünliche, gleichförmige Masse, welche er einschliesst (Fig. 52). Die Körnchen zeigten sich kreisrund von einer Seite (Fig. 52a)

und platt von der anderen (Fig. 52b). Allmälig werden sie grösser und haben im erwachsenen Blatte den doppelten oder gar einen noch grösseren Durchmesser als im Blatte von $\frac{1}{3}$ der Grösse des erwachsenen. Den Durchmesser der erwachsenen fand ich zwischen $\frac{1}{357}$ und $\frac{1}{263}$''' paris. duod. (genauer zwischen 0,0028 — 0,0038'''). Es ist schon bemerkt, dass ich nach Auskochen der Blätter in Alkohol im Chlorophyll in keinem Entwicklungsstadium Stärke fand. Das erwachsene Chlorophyllkorn zeigt, wie aus der vorhin mitgetheilten Untersuchung desselben folgt, 1) den Schein, den ich für einen gelatinösen Ueberzug halte; 2) den grünen Kern. Dieser ist oft ohne weiteren Unterschied, indem er nur höchst feine, punktartige Körnchen, die überall in ihm sichtbar sind, in gleichförmig grüner Masse erkennen lässt; bisweilen zeigt er aber (besonders unter Jod und verdünnter Schwefelsäure) einen Unterschied a) zwischen einem helleren, nicht körnigen äusseren Rande und b) einer dunkleren, trüberen, körnigen Mitte, zwischen welchen beiden oft eine Interferenz-Linie, die rein optischen Ursprungs ist, sichtbar ist.

Den Namen einer „Blase", den Naegeli fürs Chlorophyllkorn und die Farbekörner überhaupt anwendet, möchte ich ihm ebensowenig wie Mohl beilegen, weil sein Inhalt nicht flüssig, sondern fest ist, trotzdem, dass ich eine gelatinöse Hülle an ihm anerkennen muss. Ob das Chlorophyllkorn (zunächst das der Elodea canadensis) von innen oder aussen her wächst, darüber kann ich mich nicht mit Sicherheit entscheiden; da es jedoch jedenfalls aus zwei verschiedenen Componenten, der Gelatinehülle und dem grünen Kern, besteht, erscheint mir das Erstere als das Wahrscheinlichere.

An noch nicht erwachsenen Blättern findet man stets an der Basis beträchtlich jüngere Zustände des Chlorophylls, während es in der Spitze schon entwickelter ist. Zeigt das Chlorophyll der Spitze z. B. sich schon halb so gross als das des erwachsenen Blattes und etwa von der Beschaffenheit, wie in Fig. 50 u. 52, so lässt die Basis kaum die ersten Anfänge desselben erkennen. Im erwachsenen Blatte ist das Chlorophyll in den Zellen der Basis und Spitze von derselben Beschaffenheit.

Als Resultat ergiebt sich in Bezug auf die Entwicklung des oblong-linealen Blattes der Elodea canadensis: 1) dass in dem ersten Abschnitt seiner Entwicklung die Neubildung von Zellen überall, auch in den Zellen der Spitze, vor sich geht, dass mithin die Spitze auch ein Vegetationspunkt ist; 2) dass im zweiten Abschnitt seiner Entwicklung die Spitze zuerst aufhört Zellen zu

bilden, zuerst fertig wird und mithin der älteste Theil des Blattes ist, während der basale Theil desselben zu wachsen fortfährt. Das erste Resultat ist eins, welches sich bei allen Blättern ergeben hat, die ich untersucht habe, bei Ceratophyllum demersum, Utricularia vulgaris, minor und intermedia, Victoria regia, Euryale ferox, Nymphaea alba, Nuphar luteum, Hydrocotyle vulgaris, americana, sibthorpioides, Tropaeolum majus, Ailanthus glandulosa u. a. Meine Untersuchungen über die Entwicklung der Blätter der genannten Pflanzen habe ich den 20. September 1854 der Versammlung der Naturforscher in Göttingen (Tageblatt p. 28) vorgelegt. Die Zeit, in welcher in der Spitze des Blattes die Zellbildung fortdauert, ist bei den verschiedenen Pflanzen sehr verschieden; bei Hydrocotyle z. B. ist sie sehr kurz, bei den Nymphäen dauert sie sehr lange und am längsten bei einigen Meleaceen, z. B. Guarrea trichilioides, wo die Spitze Jahre lang fortfährt, periodisch Zellen zu bilden. Was das zweite Resultat anbetrifft, so findet es nicht überall statt, und es giebt viele Blätter, bei denen die Spitze nicht der älteste Theil ist; bei den Meleaceen (Guarrea trichilioides, Melea Azederach, Trichilia spondioides) und Ailanthus glandulosa z. B. ist nicht die Spitze des Blattes, sondern die Spitze des untersten seitlichen Blättchens der älteste Theil, die schon fertig ist, während das Blatt oben noch fortwächst. Ich habe hier keinen Raum, auf die Arbeiten Trecul's und Schacht's über Blattentwicklung und auf die abweichenden Resultate, die besonders der Letztere, der die frühesten Zustände nie berücksichtete, fand, einzugehen, behalte mir dies aber nebst Mittheilung umfassenderer Untersuchungen über Blattentwicklung für einen anderen Ort vor.

Die Aeste des Stammes der Elodea canadensis sind axillar (XXVII. 40 A). Von den drei Blättern des Quirls a, a, a″ Fig. 54 enthält eins: a″, in seiner Achsel eine secundäre Axe: 2; diese hat an ihrer Basis zwei seitliche, eiförmige, zugespitzte Blätter b, b′, durch welche seitlichen Basalblätter sich Elodea canadensis sofort von Hydrilla verticillata, welche nur ein der Axe mit dem Rücken zugekehrtes hat, unterscheidet. In Fig. 40 b, b′ sind diese beiden ersten seitlichen Blätter des Zweiges A dargestellt. Abwechselnd mit diesem basalen ersten Blattpaar b, b′ und auch abwechselnd unter sich erscheinen nun noch drei andere Blattpaare an der secundären Axe 2: c, c, d, d, e, e, dann erst im fünften Quirl, wie in den folgenden, treten drei Blätter auf, b, g, h; mehr als drei finden sich höchst selten, jedoch sah ich vier-, auch fünfblättrige Quirle.

omnia $\frac{1}{2}$—$\frac{3}{4}$''' lata, minute serrata, serraturis utrinque 14—25, cellula unica supra marginem prominentibus, antrorsum versis, rectis, vix brunneis; cellulis marginalibus paulo illis disci longioribus, tenuioribus et minus chlorophylli gerentes. Stipulae intrafoliaceae binae, ovatae, subcirculares chlorophyllo destitutae, margine integerrimae, haud papillosae, passim tantum cellulu marginali semiglobose supra marginem prominenti, minutissimae, $\frac{1}{14}$—$\frac{1}{10}$''' duod. paris. longae (accuratius 0,0686—0,1014''' duod. paris.), parenchymaticae, fasciculo cellularum conductricum nullo. Internodia 2—3''' longa. Flos hermaphroditus, solitarius, axillaris. Spatha linearis, apice lobis duobus triangularibus, acutis, membranacea, germen includens. Germen lineari-lanceolatum, placentis tribus parietalibus, uniloculare, gemmulis 4 (in exempl. herb. Vindob.) orthotropis, subsessilibus erectis, funiculis brevissimis, subnullis, integumentis duobus. Tubus calicis filiformis, longissimus. Sepala tria, ovalia; petala tria, ovalia, sepalis angustiora, eaque longitudine subaequantia et cum iis alternantia. Stamina vel tria — sex et plura, filamentis sterilibus nullis, vel tria pollinifera et tria sterilia, filamentum filiforme, antheram oblongam longitudine aequans, stamina longitudine sepala subaequantia. Pollen globosum, minutissime aculeatum, flavum. Anthera post emissionem pollinis petaloideo expansa. Stigmata tria linearia, apice incrassata, sepala plus quam dimidio vel bis et dimidio longitudine superantia, apice biloba vel subbipartita.

Der Stamm (Fig. 81) hatte in dem Moser'schen Exemplar des wiener Herbariums im Querschnitt ganz die Form dessen von Anacharis Alsinastrum (Fig. 59), wie schon früher bemerkt. Eine Schutzscheide konnte ich jedoch um das centrale Leitzellenbündel nicht wahrnehmen. Es war nur ein Kreis von Luftgängen da; zwischen ihnen und der Cuticula waren 3—4 Zelllagen von Parenchym auf einem und demselben Schnitt.

Elodea canadensis Rich. (Serpicula occidentalis Pursh, Udora occidentalis Koch non Pursh) unterscheidet sich also in folgenden Kennzeichen von der Pflanze des dammschen Sees:

Udora occidentalis Koch (americ. Pflanze von Bethlehem in Pensylvanien):	Pflanze des dammschen Sees bei Stettin:
1) Die Sägezähne des Blattes erheben sich nur mit einer Zelle über dessen Rand.	1) Die Zähne des Blattes erheben sich mit 3—8 Zellen über den Rand des Blattes.
2) Die Randzellen des Blattes, 1—2 Reihen, sind schmäler, länger und chlorophyllärmer als die d. Scheibe d. Blattes.	2) Die Randzellen des Blattes sind denen der Scheibe an Länge und Inhalt ungefähr gleich.
3) An der Basis des Zweiges stehen zwei deltoidische Blättchen.	3) An der Basis des Zweiges steht ein eiförmiges stengelumfassendes Blatt.
4) Die sehr winzigen Stipulae intrafoliaceae sind eiförmig oblong, ganzrandig und nur $\frac{1}{14}$—$\frac{1}{10}$''' duod. paris. lang.	4) Die Stipul. intrafoliaceae sind oblong-lanzettförmig, am Rande mit langen, cylindrischen Papillen, 5—9 auf jeder Seite, verseh. u. $\frac{1}{5}$—$\frac{1}{4}$''' duod. par. lang.

Diese Unterschiede sind so bedeutend, dass an eine Identität der Species gar nicht zu denken ist. Ich bemerke, dass, wer die Stipulae finden will, danach nur dicht unter der Terminalknospe, besonders bei Elodea canadensis, zu suchen hat, denn diese zarten Organe sind schon $\frac{1}{2}''$ unter ihr oft meist zu Grunde gegangen.

Anacharis Nuttallii Planch.

Pl. dioica.

Hierzu gehören:

1) Torrey. Newyork. Original-Exemplar Planchon's in h. Hook. Keine Blüthe.

2) Goldie. Amer. bor. Original-Exemplar, in h. Hook. Schlechte weibliche Blüthe.

3) Zahlreiche Exemplare von Dr. George Engelmann bei St. Louis im Mai 1845 gesammelt und als Udora verticillata? minor ausgegeben, mit weiblichen und männlichen Blüthen in h. Al. Braun, h. Berol., h. Lips.

4) Amer. sept. in h. Trevir., mit weiblicher Blüthe, Blatt allmälig zugespitzt, $\frac{1}{2}'''$ breit, gegen 4''' lang.

Ich habe nur entschieden zu Anacharis Nuttallii gehörige Pflanzen aufgezählt und lasse eine beträchtliche Zahl von Pflanzen, die ich in den von mir untersuchten Herbarien fand und deren Blatt an Länge und Breite, Zuspitzung oder Abrundung der Spitze alle Extreme und Mittelformen durchmacht, fort, weil sie entweder keine oder beschädigte Blüthen haben. Wie bemerkt, rechnet Torrey die Engelmann'sche Pflanze zu seiner Udora canadensis. Darüber, dass Engelmann nur weibliche und männliche Blüthen, aber keine hermaphrodite gefunden hat, ist schon früher gesprochen (p. 430). Jedoch haben die weiblichen Blüthen drei sterile Stamina, wie die Blüthe von Elodea canadensis in England. Das Fragezeichen hinter dem Namen Udora verticillata bezieht sich, wie ich aus den brieflichen Mittheilungen Engelmann's an Al. Braun ersehen, darauf, dass Engelmann selbst zweifelhaft ist, ob seine Pflanze, die der Missouri-Gegend, identisch sei mit der in Canada und in Wiskonsin gefundenen. Für die nachfolgende Beschreibung benutze ich einige Bemerkungen Engelmann's über die Blüthen, in Briefen an Al. Braun und mich enthalten. Ueber die scheinbare Verschiedenheit des Baues des Stammes zwischen Elodea canadensis Rich. s. st. und Anacharis Nuttallii Planch. ist schon gesprochen (p. 431). Der Stammdurchschnitt von Anacharis Nuttallii ist Fig. 74 abgebildet.

Anacharis Nuttallii Planch. Radices filiformes, simplices, longissimae, passim ex axillis foliorum ad basim ramorum erumpentes. Caulis ra-

[illegible] solitarii
[illegible] iaobus
[illegible] separata, ad
[illegible] petala
[illegible] exter
[illegible] mentum
[illegible] lobis
[illegible] Fig. [illegible]
[illegible] sepalis
[illegible] petala [illegible]

[illegible] und
[illegible] waren.
[illegible] lie
[illegible] Nu
[illegible] Sepa
[illegible] Blüth
[illegible] Sepala
[illegible]

[illegible] Plan

Quelle und ohne alles Gewicht. Der Bau und die Gestalt der weiblichen Blüthe ist gleich der der hermaphroditen von Elodea canadensis s. st. Ohne Zweifel würden sich bei genauerer Nachforschung die bisher bei St. Louis nicht bemerkten hermaphroditen Blüthen entdecken lassen. Ich erlaube mir darauf aufmerksam zu machen, dass Beobachtungen über das Vorkommen von männlichen, weiblichen und Zwitterblüthen auf Pflanzen eines Ursprunges und eines Ortes besonders wünschenswerth sind. Die Grösse, wie Engelmann dies bei seiner Pflanze thut, als Varietätsunterschied zu benutzen und eine Varietät minor aufzustellen, scheint mir unzulässig, weil, wo mehrere Varietäten sind, sich fast in jeder grosse und kleine Formen unterscheiden lassen. Bei dem spärlichen Material der europäischen Herbarien verzichte ich darauf, den Formenkreis der Elodea canadensis näher zu bestimmen, möchte aber die nordamericanischen Botaniker auffordern, dies an Ort und Stelle zu thun. Auch bemerke ich noch ausdrücklich, dass ich nur aus dem Grunde Elodea canadensis in England (Anacharis Alsinastrum), Elodea canadensis Rich. et Mich., pl. hermaphrodita, und Elodea canadensis, pl. dioica, besonders behandelt habe, um ihre Identität in den einzelnen Theilen desto besser darzulegen.

Elodea latifolia Casp.

Eine Pflanze, die auf den ersten Blick wegen der kurzen, eiförmig oblongen, $1\frac{1}{3}$—2''' breiten Blätter — den breitesten aller Hydrilleen — von Elodea canadensis verschieden erscheint, vielleicht aber doch nur eine Form derselben ist, befindet sich in fünf Exemplaren ohne Blüthe im wiener Herbarium, mit Beischrift: Potamogeton densum L. Ab europaeo differre videtur. Amer. sept. Schweinitz. Ein anderer Zettel enthält den Widerruf, dass die Pflanze ein Potamogeton sei. Ein Exemplar ist auch im leipziger Herbarium vorhanden. Von Elodea Schweinitzii (Apalanche Schweinitzii Planch.) weicht die Pflanze in denselben Charakteren ab, wie von Elodea canadensis. Die kreisrunden Stipulae haben am Rande einige halbkuglig erhabene und gebräunte Zellen, die jedoch nicht papillös verlängert sind (XXIX. 69). Das Blatt ist einnervig. Potamogeton densum hat grössere, fünfnervige, am ganzen Rande sägezähnige Blätter; auch sind die Stipulae oblong-lanzettförmig, nicht fast kreisförmig, und grösser. Ich nenne die Pflanze vorläufig Elodea latifolia.

Beschreibung folgende: Elodea latifolia. Foliis caulinis inferioribus oppositis, ovalibus, superioribus oblongis, ternis, imbricatis, acutis, non acuminatis, $3 - 3\frac{1}{2}'''$ longis, $1\frac{1}{3} - 2'''$ (plerumque $1\frac{1}{3}'''$) latis, reflexis, in parte superiori minutissime serrulatis, la. : lg. $= 1 : 1\frac{1}{2} - 3$; membrana crassa, firma, tenaci; internodiis inferioribus folia paululum longitudine superantibus, superioribus eadem haud aequantibus; stipulis ut supra; foliis ad basin ramorum duobus lateralibus ovatis.

Elodea Schweinitzii.

(Apalanche Schweinitzii Planch. Ann. d. sc. nat. l. c. p. 76.)

Die Original-Exemplare mit nur zwei schlechten, halb zerstörten Blüthen, von Schweinitz ohne nähere Angabe in Nord-America (wahrscheinlich bei Bethlehem in Pensylvanien) gesammelt, befinden sich im Herbarium von Sir W. Hooker. Das Blatt der Pflanze ist an den blühenden Exemplaren etwa $\frac{2}{3}'''$ breit und $4\frac{1}{2}'''$ lang, lanzettförmig, schmal, dünnhäutig und gegen die Spitze allmälig zugespitzt. Ich kann im Kraut nicht den mindesten Unterschied mit einer kleinblättrigen Elodea canadensis finden. Nur die Blüthe zeigt eine Verschiedenheit: das Germen ist nämlich gestielt; der Stiel ist in der einen $5'''$, in der anderen $7'''$ lang, so dick wie die Röhre des Kelches und fadenförmig; obenauf sitzt eine oblonge Verdickung, die allerdings wie ein Germen aussieht, ob es aber ein Germen ist, hätte ich ohne Zerstörung des fraglichen Theils nicht ermitteln können. Die Spatha der einen besseren Blüthe ist cylindrisch und $4\frac{1}{2}'''$ lang. Planchon hat an eine Blüthe hinangeschrieben: „Petala 3, stam. 3, stigm. 3 bipartita." Im jetzigen halb zerstörten Zustande der Blüthe finde ich nur 2 Petala, kein Stamen und 3 lineale, stigmatische Lappen, deren Verhältniss zu einander nicht bestimmbar ist. Die Pflanze ist jedenfalls eine höchst fragliche Art und wohl nur eine Form von Elodea canadensis mit gestieltem Germen.

Elodea Planchonii.

(Anacharis canadensis Planch. l. c. p. 76.)

Die beiden Original-Pflanzen befinden sich im Herbarium von Sir W. Hooker.

1) Saskatshawan. Drummond. Ein Exemplar mit junger männlicher Blüthe; dabei eine lose männliche Blüthe in einer Capsel.

2) Canada. Cleghorn. Eine schlechte weibliche Blüthe.

Beide Exemplare sehen der Elodea canadensis pl. dioica (Anacharis Nuttallii Planch.) im Kraut durchaus gleich, und auch in der weiblichen Blüthe des Exemplars No. 2 kann ich keinen Unterschied finden, so weit sie erkennbar ist. Weshalb Planchon daher das zweite Exemplar, welches weiblich ist, so dass der Charakter der in Frage stehenden Art: das dreiblättrige Perianthium der männlichen Blüthe, gar nicht daran wahrgenommen werden kann, zu Anacharis canadensis Planch. und nicht zu Anacharis Nuttallii Planch. gezogen hat, ist durchaus nicht abzusehen. So ist nur das Exemplar No. 1 als Repräsentant der Art übrig, deren einziger Unterschied von Anacharis Nuttallii der ist, dass das Perigon der männlichen Blüthe statt sechs- nur dreiblättrig ist, indem die Petala fehlen. Doch vielleicht ist die vorhandene Blüthe beschädigt; übrigens ist der Charakter nur wahrnehmbar an der losen Blüthe, denn die auf dem Exemplar befindliche haben weder Planchon noch ich geöffnet; sie ist noch in der Spatha befindlich. Asa Gray (Manual of the botany of the northern united states. 2. edit. 1856. p. 441) bemerkt von der männlichen Blüthe: „usually — 3 — petals"; soll das ausdrücken, dass sie bisweilen fehlen? Mögen die Nord-Americaner diesen Punkt aufklären. Das Kraut der Pflanze bedarf keiner Beschreibung, da es dem einer kleinblättrigen Elodea canadensis ganz gleich ist. Ich beschreibe nur die männlichen Blüthentheile: Flos mas. Spatha ante dehiscentiam sessilis, basi brevi, cylindrica, angusta, superne abrupte dilatata, ovata, acuminata, tota $3\frac{1}{4}'''$ longa. Perianthium triphyllum, phyllis ovato-oblongis, pallide virescentibus; staminibus 6, subsessilibus, filamentis brevissimis, antheris oblongis aurantiacis. Pistilli rudimentum nullum. Die Spatha ist nicht, wie Planchon angiebt, „breve pedunculata", denn sie steht auf keinem Stiel, sondern ist sitzend, an der Basis jedoch eng und cylindrisch.

Elodea chilensis.

(Anacharis chilensis Planch. l. c. p. 75.)

Ich habe folgende Exemplare gesehen:

1) „Diplandra Potamogeton. Bert. — Chili — Bertero misit 1830," in h. Berol., mit einer weiblichen Blüthe.

2) Chili. Bertero, in h. Mus. Par., mit Beischrift von Bertero's Hand: Fructus in foliorum axillis sessilis, 4-spermus; — Planta — Potamogeton referens, natans, foliis oppositis ternisque undulatis. Flores dioici, masculi majores, corollae laciniae — lobi dilute roseo-purpurascentes — Ad dioeciam decandriam? vel ad monoeciam dicliniam deca-polyandriam? — Eine weibliche Blüthe.

3. In insulis Maypu. Chili. Cl. Gay. Mehrere Exemplare mit vielen Blüthen beider Geschlechter; andere Exemplare von [illegible] mit [illegible] von Cl. Gay's Hand: Vagina [illegible], apice [illegible], [illegible] [illegible], [illegible] [illegible]. [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]. [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]. Pollen globosum. Fem. [illegible] [illegible] [illegible] [illegible], [illegible] [illegible], [illegible]. In h. Mus. Par.

4. [illegible] [illegible] [illegible] d'Orbigny, mit Blüthen, in h. Mus. Par.

5. No. 481. [illegible] Cumming, in h. [illegible] [illegible] [illegible], in [illegible] ein Exemplar mit Blüthe.

Diese Pflanze ist mit Elodea canadensis so verwandt, dass Asa Gray (Manual 2 edit. 1856. p. 441) die Vermuthung aussprach, dass sie dieselbe Art seien. Jedoch sind Unterschiede vorhanden, welche ihre Beibehaltung als Species rechtfertigen. Es sind folgende:

Elodea canadensis:	Elodea chilensis:
1) Die 2—4 äussern Zellreihen des Blattes sind $1\frac{1}{2}$—2 mal so lang als die der Mitte und enthalten gewöhnlich kein oder nur wenig Chlorophyll. Dies ist besonders bei der Pflanze in England der Fall.	1) Die Zellen des Randes sind ungefähr von gleicher Länge mit denen der Mitte, und auch die äussersten enthalten etwas Chlorophyll.
2) Es giebt männliche, weibliche u. hermaphrodite Blüthen.	2) Es sind nur männliche und weibliche, keine hermaphrodite Blüthen bekannt.
3) Die männliche Blüthe ist in der Spatha sitzend und löst sich ab.	3) Männliche Blüthe, wie die weibliche mit sehr langer Röhre des Kelches, 4—48''' lang. Die männliche Blüthe scheint sich nicht loszulösen.
4) Die Spatha der männlichen Blüthe ist eiförmig oder eiförmig-elliptisch.	4) Die Spatha der männlichen Blüthe ist lineal-cylindrisch, bis 9''' lang.

Ausserdem sind die Blüthen von Elodea chilensis grösser als die von Elodea canadensis, und das Kraut der ersteren zeichnet sich durch saftiges Grün aus. Ich lasse die Beschreibung folgen:

Elodea chilensis. Caulis ramosus. **Folia** verticillata, inferiora rami bina, parva, ovata, 1''' longa, $\frac{3}{4}$''' lata, versus apicem rami gradatim majora et in verticillis plerumque terna, oblongo-linearia, apice rotundato-acutata, usque ad 7''' longa et $1\frac{1}{4}$''' lata; serraturae utrinque in foliis majoribus 26—35, non coloratae, cellula unica supra marginem prominentes. Series cellularum marginalium cellulas disci longitudine aequans, sed chlorophylli pauperior; nervus in medio folii unicus e cellulis conductricibus formatus. **Stipulae** intrafoliaceae binae, minutae, ovato-subcirculares; ceterum omnino ut in Elodea canadensi formatae. **Internodia** 3—10''', plerumque 3—4''' longa. **Flos mas.** femineo major, diametro circa 5'''. **Spatha** post dehiscentiam cylindrica (lanceolata), bidentata. Tubus calicis longissimus, filiformis 8—48''' longus. Sepala 3 [illegible] virescentia, oblonga (la. : lg. = 1 : $2\frac{1}{2}$), petala longitudine vel superantia vel [illegible] superata. Petala 3 oblonga. Stamina plerumque 6 (vel 3 fide Cl. Gay);

antherae subsessiles, flavae, post emissionem pollinis in laminam subpetaloideam expansae. Flos fem. masculo minor, circa $2\frac{1}{2}'''$ diametro, apices stigmatum circa $4\frac{1}{2}'''$ inter se distantes. Spatha cylindrica (lineari-lanceolata) usque ad 9''' longa, apice biloba, lobis lanceolatis acutissimis; germen oblongum vel lineari-lanceolatum, $1\frac{1}{2}'''$ longum, spatha multo brevius, uniloculare, superne in tubum calicis usque ad 48''' longum filiformem productum, gemmulis tribus (vel pluribus) erectis, orthotropis: funiculi breves; integumenta duo. Sepala et petala oblonga. Stamina sterilia nulla vel tria? Stigmata tria, profunde bipartita vel bifida, lobis filiformibus, sepalis subduplo longiora.

Ich habe nur die Saamenknospen des berliner Exemplars untersucht. Frucht habe ich nicht gesehen, und verweise ihrethalben auf die Bemerkung von Bertero.

Anacharis Matthewsii Planch. l. c. p. 73.

Das Original-Exemplar in h. Hook. „No. 581. Aquatic in running streams. Huamantanga. Prov. of Canta. Peru. April. A. Matthews.“ 6 Exemplare, 5 männliche Blüthen. Diese Pflanze ist in der That von den Exemplaren der Elodea chilensis, die ich sah, durch nichts als dadurch unterschieden, dass die männliche Blüthe 9 Stamina hat, während ich nur 6 bei Elodea chilensis sah; jedoch sind nur 2 Blüthen da, die 9 Stamina zeigen, die anderen sind nicht gut erhalten.

Anacharis Matthewsii. Folia $4\frac{2}{3}$—6''' longa, $\frac{2}{3}$—1''' lata, lanceolata, aequilata, apice rotundato-acutiuscula, non attenuata, terna, quaterna verticillatim disposita; internodia 2—$2\frac{1}{2}'''$ longa, brevia. Flos mas. Spatha ante dehiscentiam basi angusta cylindrica, sessilis, apice ovata, florem unicum includens; post dehiscentiam eam non examinare potuit. Tubus calicis longissimus, filiformis; sepala et petala oblonga, longitudine et latitudine subaequalia, sepala virescentia, petala albescentia (in siccis). Stamina 9. Antherae subsessiles, lineari-oblongae, post pollinis emissionem subpetaloideae, flavescentes.

Dass die Petala „linearia“ sind, wie Planchon angiebt, ist nicht der Fall; sie sind den Sepalis an Breite fast gleich und oblong. Auch ist die Spatha nicht „breve pedunculata“ (Planch.), denn sie sitzt auf keinem Träger, sondern an der Basis nur eng cylindrisch. Da Elodea canadensis 3, 6 und 9 Stamina hat, woraus die Wahrscheinlichkeit folgt, dass auch in anderen Arten der Gattung Elodea die Stamina nach der Dreizahl schwanken, da ferner Bertero die von ihm gefundene Pflanze fraglich zu Dioecia decandria rechnet, er also sogar mehr als 9 Stamina gesehen zu haben scheint, so ist schwerlich eine Berechtigung da, Anacharis Matthewsii Planch. wegen der 9 Stamina der männlichen Blüthe als Art anzusehen.

Elodea callitrichioides.

(Anacharis callitrichioides Rich. Mém. de l'institut. l. c. p. 7.)

Ich habe gesehen:

1) das Original-Exemplar von Richard im h. Mus. Par. Buenos Ayres. Commerson. 4 Stücke; nur eine schlechte Blüthe.

2) La Plata. Tweedie. 1 weibl. und 2 männl. Exemplare, in h. Hook.

Planchon hat seine Beschreibung der Anach. callitrich. Rich. nach den Exemplaren des Hooker'schen Herbariums abgefasst. Es scheint mir sehr wahrscheinlich, dass die Pflanze eine schmalblättrige Form mit bläulichen statt gelben Antheren von Elodea chilensis ist. Jedoch kann die Sache nur an Ort und Stelle oder reicherem Material, als die europäischen Herbarien es gegenwärtig haben, entschieden werden. Richard kannte nur die männliche Blüthe. Die Beschreibung, welche ich mit Beziehung auf die von Richard (Mém. de l'institut. 1812. Part I p. 7 ff.) entwerfe, ist folgende:

Elodea callitrichioides. Folia in verticillis bina vel terna, infima ovata, superiora lineari-lanceolata, acutiuscula et acuta, vel subito in apicem contracta, vel attenuata, serrata, $1\frac{3}{4}-6'''$ longa, $\frac{1}{3}-\frac{3}{4}'''$ lata (in spec. Tweed.). Fl. mas. Spatha sessilis, $8'''$ longa, florem unicum includens sensim a basi ad apicem dilatata, apice bidentata (non bifida), dente la. : lg. = $1 : 1\frac{1}{2}$. Tubus calicis filiformis, flos diametro circa $4'''$, petala 3, sepala 3, oblonga, fere eadem longitudine vel petala longiora et sepalis angustiora. Stamina 9 (uno in flore spec. Tweediei fortasse imperfecto 5); antherae subsessiles, oblongae, post emissionem pollinis petaloideo expansa, sicca coerulescentia (in spec. Tweed.). Fl. fem. Spatha, tubus calicis ut in fl. mas.; flos diametro masculo minor, circa $2''$; sepala 3, petala 3, fere eadem longitudine, ovata; stigmata 3, usque ad basim bipartita, lobis linearibus, sepala et petala longitudine superantibus.

Elodea guyanensis Rich. l. c. p. 4.

Ich habe folgende Exemplare untersucht:

1) Guyane Française. Leprieur, in h. Mus. Par. Dieselbe Pflanze, bei Cayenne 1839 von Leprieur gesammelt, in h. Deless. unter dem irrthümlichen Namen Hydrilla najadifolia.

2) Brit. Guyana. Parker, in h. Hook.

3) Surinam in aquis stagnantibus. F. L. Splitgerber 1838, in h. Vindob.

4) Brasilien. Sellow, in h. Berol.

5) Brasilia, ex parte prope Tamanduam lecta, Aug. de St. Hilaire. No. 307, 1591 et 1651 in h. Mus. Par.

6) Brasilia. Piauhy. Gardner. No. 2742, als Udora brasiliensis Mart. in h. Vindob.

7) Flora Neogranadina — Caucana. La Paila. J. F. Holton 4. Juni 1853, in h. Hook.

8) 1991. **Apalanche guyanensis**, var. **dicranoides** Spruce. Secus Rio Negro, Brasiliae septentrionalis inter Barcellos et San Gabriel coll. R. Spruce Decbr. 1851, in h. Mus. Par. et h. Hook.

Da Richard die Pflanze im französischen Guyana selbst lebend beobachtete, hat er sie vollständiger beschrieben, als die Mehrzahl der anderen Hydrilleen. Die Blüthe ist hermaphrodit und dreimännig. Ich beschreibe erst die gewöhnliche Form, mit Ausschluss der Varietät dicranoides Spr.

Elodea guyanensis Rich. **Radices** filiformes, simplices, longissimae, adventitiae, e nodis orientes. **Caulis** teres, paululum ramosus, vasis spiralibus nullis, fasciculo cellularum conductricum centrali. **Folia** sessilia, semipatentia, versus apicem cauli magis magisque adpressa, non reflexa, verticillata, verticillis 3—9 foliis, symptyxi imbricata, lanceolato-linearia vel linearia, apicem versus et saepius etiam versus basin sensim attenuata, acuta, minute serrata, serraturis utrinque 23—34, vix brunneis, rectis, antrorsum versis, cellulis 1—4 supra marginem prominentibus, nervo medio unico, $5\frac{1}{2}$—10‴ longa, circiter $\frac{1}{2}$—$\frac{2}{3}$‴ lata, la.: lg. = 1:11—20; cellulis marginalibus vel angustioribus quam cellulae disci vel eadem latitudine, vix chlorophylli pauperioribus. **Stipulae** intrafoliaceae binae, tenerrimae, albidae, chlorophyllo destitutae, oblongae, minutissimae, $\frac{1}{12}$—$\frac{1}{35}$ mm. longae, **margine integerrimo**, vel apice cellulis singulis semiglobose supra marginem prominentibus, parenchymaticae, fasciculo cellularum conductricum nullo (Fig. 68). **Ad basin ramorum folia duo lateralia, deltoidea** (Fig. 65). **Flores** hermaphroditi, solitarii, passim in verticillis foliorum obvii, axillares. **Spatha** membranacea, subcylindrica, apice lobis duobus acutis deltoidibus aperta („ouverte obliquement au sommet" Rich.; id quod non vidi). **Germen** lineari-oblongum, inferum, uniloculare, foliis brevius, placentis parietalibus tribus, gemmulis multis (9, 19, 21), erectis, micropyle sursum versa, orthotropis (haud recte „adscendentibus, anatropis" Endl., Gen. 1206 sub sect. Udorae), funiculis longis obliquis (Fig. 66, 67). **Calicis tubus** filiformis, sub ‴ longus. **Sepala** tria, ovalia, obtusa; **petala** cum sepalis alternantia tria ovali-oblonga, sepalis $1\frac{1}{3}$—2 longiora. **Stamina** tria, breviora sepalis iisque opposita, filamenta linearia, antheram ovatam (?) longitudine aequantia vel paululum superentia; grana pollinis globosa, cuticula minutissime aculeata. **Stigmata** tria, sepalis paululum breviora, oblongo-cuneiformia, apice biloba („bifida" Rich., l. c. p. 5).

Ein der Länge nach aufgeschnittenes Germen mit 3 Placenten und 19 orthotropen, aufrechten Saamenknospen von Elodea guyanensis stellt Fig. 67 dar, eine einzelne Saamenknospe mit den beiden Integumenten Fig. 66 und ein Blatt Fig. 64.

Chatin (Anat. comp. pl. 11. fig. 4) giebt eine Abbildung des Stammschnittes und (fig. 6) des Blattes, in welcher letzteren die Zellen zu kurz sind, die Sägezähne nicht spitz genug und der Zahn der Spitze, die sehr dünn ausläuft, gänzlich fehlt.

Von der Varietät dicranoides Spr. habe ich keine Blüthen gesehen; ob die Pflanze hierher gehört, ist mir daher zweifelhaft. Das

Exemplar des h. Mus. Par. ist kaum von der gewöhnlichen Form verschieden; ich beschreibe es nicht weiter. Das des Herbariums von Sir W. Hooker dagegen weicht sehr davon ab. Die Blätter bilden nicht überall Quirle, sondern stehen oft einzeln, meist aber zu 2—3 auf derselben Höhe; sie sind sehr kurz, nur 2¼—3''' lang und kaum ½''' breit, bläulich grün und dicht anliegend; die Internodien sehr kurz, nur ¼—¾''' lang. Die Pflanze sieht in der That moosartig aus.

von Martius (Endlicher und v. Martius, Fl. brasil. 1847. Fasc. VIII p. 97) erklärt Elodea brasiliensis selbst für synonym mit Elodea guyanensis Rich.

Elodea granatensis H. et B.

(Plantes aequinoxiales. 1809. II. p. 150, pl. 128.)

Gesehen habe ich:

1) 1 Original-Exemplar, ex h. Humboldt in h. Berol., mit einer Blüthe.
2) 17 Original-Exemplare mit mehreren Blüthen in h. Mus. Par.

Die Blüthen habe ich nicht näher untersuchen können; ich kenne sie daher fast nur aus der Beschreibung von Humboldt, die mit den Original-Exemplaren nicht ganz übereinstimmt. Bei Humboldt heisst es, dass die Blätter am unteren Theil des Stammes zu 5—7, am oberen zu 15—17 im Quirl stehen; ich fand bei den Exemplaren des h. Mus. Par., wo ich sie deutlich sah, dass sie unten am Stamm überhaupt nicht quirlförmig, sondern einzeln stehen, und dass die Quirle, zu welchen sie im oberen Theil zusammenrücken, nur 2—3 Blätter haben. Es scheint also, dass die Blattstellung sehr variirt. Das Blatt wird von Humboldt als 8—12''' lang und 1''' breit beschrieben; bei dem berliner Exemplar ist es nur ½''' breit und 5½—6''' lang. Bei Humboldt heisst es: „feuilles presque ciliées," ein Ausdruck, den Kunth (Synop. IV. p. 197) wiederholt: „folia subciliata"; dies finde ich jedoch nicht; auch zeigt die Abbildung des Blattes (Pl. aequin. l. c. Taf. 128. Fig. 1) nichts Wimperartiges. Das lanzettförmige, spitze Blatt hat auf jeder Seite 24—29 Sägezähne, die nur mit einer Zelle über den Rand hinausragen, kurz und farblos sind und nach der Spitze gerichtet. Ich bin nicht im Stande, Elodea granatensis scharf von Elodea guyanensis zu unterscheiden. Die schwankenden Unterschiede sind folgende:

Elodea guyanensis:	Elodea granatensis:
1) Blätter zu 3—9 im Quirl.	1) Blätter unten am Ast einzeln, oben in Quirl zu 2—3 (unten zu 5—7, oben zu 15—17 Humb.).
2) Die Petala 1½—2mal so lang als Sepala.	2) Die Petala 2—3mal so lang als die Sepala (nach Humb.).
3) Filament lineal, der Anthere an Länge gleich oder fast zweimal so lang.	3) Filament lineal, sehr kurz (nach Humb.).

Planchon (l. c. p. 76) giebt als Charakter an: spatha sessilis, ovarium in ipsa sessile subaequante. Die Spatha ist jedoch bei allen Hydrilleen sitzend, und bei Elodea guyanensis ist sie ebenfalls dem Germen fast gleich an Länge, z. B. in den von Sellow und Gardner gesammelten Exemplaren. Die sitzende Spatha und die fast gleiche Länge des Ovariums und der Spatha sind also keine Unterschiede der in Rede stehenden Art. Sehr wahrscheinlich sind Elodea guyanensis und granatensis synonym.

Elodea densa.

(Egeria densa Planch. Ann. d. sc. nat. l. c. p. 81.)

Die Original-Exemplare, 9 an der Zahl, mit eben so viel Blüthen, sind bei Buenos Ayres von Tweedie gesammelt und befinden sich im h. Hook.

Was Planchon bewegen konnte, von den Antheren dieser und der folgenden Pflanze, die bei ihm die besondere Gattung Egeria bilden, in der Diagnose dieser Gattung zu sagen: non conspicue dehiscentes, saltem petalis jam emarcidis vix immutatae, ist nicht abzusehen. Die Antheren einer Blüthe, die ich untersuchte, waren deutlich offen. Die Petala waren oft beschädigt; ob diese Beschädigung aber durch Verwelken oder durch Verletzung entstanden ist, kann ohne Zweifel nicht entschieden, und daher auch Nichts über das Zeitverhältniss dieser Beschädigung zum Aufspringen der Antheren bestimmt werden, wie Planchon es unternimmt. Darüber, dass Egeria Planch. zur Gattung Elodea gehört, ist schon oben gesprochen (vergl. p. 435).

Die Beschreibung der schönen und ausgezeichneten Art ist folgende:

Elodea densa. Caulis teres (ramosus?). Folia in verticillis quaterna, plana, adulta patentia, 1—1½''' lata, 3½—7''' longa („circiter 1'' longa et 2''' lata" Planch.; id quod non vidi), lineari-lanceolata, apice rotundato-acutata, serraturae utrinque 24—26, cellula unica non curvata, incolorata, antrorsum

versa supra marginem prominentes; cellulae marginales paululum angustiores brevioresque quam illae disci folii, nervo medio unico e cellulis conductricibus formato. Stipulae intrafoliaceae binae, ovatae, parenchymaticae, margine integerrimo, minutissimae. Fl. mas. Spatha axillaris, sessilis, subcylindrica, versus apicem latior, apice bidentata, flores 2—3 includens, sub 6''' longa. Tubus calicis filiformis, circa 15''' longus, spatha $2\frac{1}{3}$ longior; sepala tria, ovata, $1\frac{1}{2}$''' longa, reflexa, virescentia; petala tria, obovata, subcircularia, apice rotundata, 4—$5\frac{1}{2}$''' longa, flava; stamina 9, $\frac{1}{3}$ petalorum longitudine aequantia; filamenta crassa, antheram $1\frac{1}{3}$ longitudine superantia, sub apice paululum dilatata, ad latera papillosa, papillis parvis semiglobosis. Antherae oblongae, la. : lg. = 1 : 2, basi fixa; grana pollinis globosa, minutissime echinata. Rudimenta stigmatum tria, inaequalia, vel lanceolata vel ovata, papillosa, papillis semiglobosis.

Weiter ist Nichts bekannt. Die Blüthen sind, wie Planchon angiebt, von der Grösse derer von Ranunculus aquatilis.

Elodea Najas.

(Egeria Najas Planch. l. c. p. 80. — Anacharis Hilariana Casp. Ms. in h. Mus. Par.)

Gesehen habe ich:

1) die Original-Exemplare Planchon's: „5238. In Marshes near San Romão prope Minas Geraës. Brazil. June 1840. Gardner.“ 2 Exemplare mit männlichen Blüthen in h. Hook.

2) No. 1840. Brasilia. Aug. de St. Hilaire in h. Mus. Par. 4 Exemplare mit 2 männlichen Blüthen.

Die von Aug. de St. Hilaire gesammelte Pflanze sah ich zuerst und benannte sie Anacharis Hilariana; erst später, als ich die Original-Exemplare Planchon's zu Gesicht bekam, fand ich, dass sie Egeria Najas Planch. sei. Im handschriftlichen Catalog von Aug. de St. Hilaire, der im h. Mus. Par. aufbewahrt wird, findet sich zu No. 1840 folgende nähere Angabe: „Hydrocharacée. Fl. male. Calix 6 partitus, lac. ext. concavis, calicinis, int. petaloideis ovato-rotundis albis. Stam. 9, alba, glabra anther. luteis. In centro floris rudimentum pistilli glabrum carnosum breve 2-fidum. Fl. femelles. Calix illo marium minor caeterum similis; styli tres 2-fidi, lac. int. paginae stigmaticis. Rudimenta staminum 3. — Un étang marecageux à Capao près le Rio de St. Francisco.“

Beschreibung folgende: Elodea Najas. Caulis teres (num ramosus?), fasciculo cellularum conductricum medio unico. Folia in verticillis terna-quina, $2\frac{1}{3}$—$4\frac{1}{2}$''' longa, $\frac{1}{3}$—$\frac{3}{4}$''' lata, lineari-lanceolata, versus apicem attenuata, acuta, patentia, saepius parte superiori recurva, margine crispa vel subcrispa, dentata, dentes utrinque 11—17, paululum curvati, antrorsum versi, non brunnescentes, 4—9 cellulis supra marginem prominentes; cellula apicali chlorophyllo destituta,

ceterae ut cellulae marginales chlorophyllum continentes, vix vel paululum mediis laminae breviores angustioresque. Stipulae intrafoliaceae binae, ovato-circulares, incoloratae, enerviae, parenchymatosae. Fl. mas femineo major, sub 4''' diametro; spatha sessilis, duos flores includens. Tubus calicis filiformis, 1—1¼'' longus; sepala 3, ovata vel oblongo-ovata, 1''' longa, petalis dimidio breviora, reflexa vel erecta (in spec. h. Mus. Par.); petala 3, late obovata vel oblongo-ovata (in spec. h. Mus. Par.), 2½''' longa, flavescentia (in siccis). Stamina 9, vix dimidium petalorum longitudine aequantia, filamentum antheram paululum vel sub duplo longitudine superans, lineare et ea dimidio angustius; anthera oblongo-ovata, basi affixa, aperta sublinearis.

Für die weibliche Blüthe, die ich nicht gesehen habe, verweise ich auf Aug. de St. Hilaire's Angabe. Die Spatha war zu beschädigt, um beschrieben zu werden.

Gen. Lagarosiphon Harvey.

Der Charakter des Genus besteht in Diöcismus und Dreimännigkeit, darin, dass viele männliche Blüthen, nicht eine bis drei, in einer Spatha gebildet werden, dass die Blätter zerstreut stehen und die Saamenknospen orthotrop und aufrecht sind. Als Repräsentant desselben ist Lagarosiphon muscoides vom Cap der guten Hoffnung zu betrachten, von W. H. Harvey zuerst in Hooker's Journal of botany. 1842. IV. p. 230 beschrieben. Zu Lagarosiphon gehört auch Udora cordofana Hochst.

Lagarosiphon muscoides Harv.

Von dieser Pflanze habe ich unter allen Hydrilleen, die ich untersucht habe, das vollsändigste Material, in h. Berol., h. Vindob., h. Lips., h. Mus. Par., h. Deless., h. Hook. von Drege No. 2276 und Ecklon und Zeyher No. 1732 und Nerreaux gesammelt, zur Benutzung gehabt; nicht bloss männliche und weibliche Blüthen, söndern sogar einige fruchttragende Exemplare im berliner Herbarium. Lagarosiphon muscoides ist die einzige Hydrillee, von der ich Frucht und Saamen gesehen habe. — Wenn Harvey (l. c.) meint, dass Drege nur weibliche Exemplare gesammelt habe, so ist dies nicht der Fall. Im wiener Herbarium finden sich auch männliche, von Drege herrührende Exemplare. — Ich lasse die Beschreibung folgen.

Lagarosiphon muscoides Harv. Radices longissimae filiformes, simplices, axillares ad latus rami solitarie vel fasciculatim (usque ad 5) erumpentes.

Caulis teres, vasis nullis, fasciculo cellularum conductricum centrali, duobus vel tribus cyclis ductuum aëreorum, inter quos et cuticulam 2—3 strata cellularum interposita sunt, parce ramosus. Rami axillares basi vaginula e duobus vel tribus foliolis membranaceis, chlorophyllo destitutis, parte inferiori connatis instructi. Folia non verticillata, spiraliter disposita, rarissime duo fere eadem altitudine obvia, nec tamen opposita („opposita subverticillatave" Harv.; id quod non vidi), sessilia, 4—7½‴ longa, ½‴ lata, la. : lg. = 1 : 8 — 15, linearia, apice sensim attenuata, fasciculo cellularum conductricum unico uninervia, acutissima, cartilagineo marginata, seriebus 4—5 cellularum marginalium chlorophyllo destitutis, serrulato-dentata, dentibus acutis, curvatis (rarius rectis), angustis, angulo, quem cum margine faciunt, plerumque rotundato, vel rarius acuto, cellula unica supra marginem prominentibus, non coloratis, utrinque 43—62. Stipulae intrafoliaceae binae, ovales, versus apicem attenuatae, albidae, chlorophyllo et nervo destitutae, integerrimae (Fig. 80). Internodia usque ad 2", plerumque 1—1½" longa. Plantae dioecae. Fl. mas. Spatha axillaris, solitaria, sessilis, ovata, compressa, vertice lobis duobus deltoideis subacutis aperta, toto in ambitu serie dentium tenuissimorum circumdata, flores usque ad 34 plus minus longe pedicellatos minimos includens. Sepala membranacea tria, ovata, petala membranacea tria, sepalis paululum minora et angustiora. Stamina tria, sepala subaequantia et iis opposita. Fila ananthera tria (etiam 2—4 vidi), petalis opposita. Antherae cordatae. Grana pollinis globosa, magna, subtilissime aculeata, in massis duabus bifariam subdena disposita. Fl. fem. Spatha axillaris, solitaria, sessilis, oblonga, apice lobis duobus dentiformibus acutis aperta (non „bifida" Harv.), serie dentium minutorum toto in ambitu aculeata, germen subaequans. Germen inferum lineare, placentis tribus parietalibus, uniloculare, gemmulae tres („1—2 utrinque placentae ad basin insertae" Harv.), erectae, orthotropae, funiculis filiformibus gemmulas aequantibus, obliquis, integumentis duobus. Calicis tubus filiformis. Sepala tria, ovata; petala tria, ovato-oblonga, sepalis paululum angustiora et longiora; fila ananthera sepalorum dimidium aequantia 3 („6" Harv.; id quod non vidi); stigmata tria, subfiliformia, bipartita (vel profunde biloba). Stylus? („cum perigonii tubo connatus aequilongusque" Harv.; id quod non vidi). Fructus capsula membranacea, ovata, unilocularis. Semina 2—3, subcylindrica, apiculata, basi funiculo coriaceo-incrassato suffulta (Fig. 79). Embryum rectum, exalbuminosum, oblongo-cylindricum, inversum, radicula supera (false „infera" Harv.), plumula excentrica, parva, conica, fere medium occupans.

Harvey bildet richtig aufrechte Saamenknospen ab, giebt aber unrichtig an, dass das Embryum das Wurzelende nach unten gekehrt habe! Die weibliche Blüthe erhebt sich bis zur Oberfläche des Wassers und öffnet sich an der Luft. Wenn Harvey sagt: perigonia florum marium submersa, und: the pollen grains appear to be shed under water, so ist dies höchst unwahrscheinlich. An getrockneten Exemplaren lässt sich so etwas nicht untersuchen. Wahrscheinlich werden sich die männlichen Blüthen, wie bei Hydrilla, Elodea, Vallisneria, loslösen, sich zur Wasseroberfläche erheben und dort umher schwimmen. Das Embryum (Fig. 79) hat eine sehr

grosse Aehnlichkeit mit dem von Najas major, minor und flexilis und giebt einen Wink für die systematische Stellung der Hydrilleen.

Carl B. Presl (Botan. Bemerkgn. in Abhdlgn. der k. böhm. Gesellsch. der Wissensch. 1845. III. p. 542) hat Harvey's gute Beschreibung und Abbildung von Lagarosiphon muscoides nicht vergleichen können, diese Pflanze zur Gattung Hydrilla gezogen und ihr den Namen Hydrilla Dregeana gegeben. Presl's Diagnose ist höchst dürftig. Leider ist Planchon (Ann. d. sc. nat. 3e sér. XI. p. 79) dem Beispiel Presl's ohne Kritik gefolgt, stellt ebenfalls Lagarosiphon zu Hydrilla, nennt aber die capische Pflanze Hydrilla muscoides. Chatin (Anat. comp. p. 23) folgt Planchon's Beispiel. Lagarosiphon und Hydrilla haben aber folgende Unterschiede:

Lagarosiphon:	Hydrilla:
1) Spatha plantae mascul. multiflora.	1) Spatha plantae mascul. uniflora.
2) Gemmulae orthotropae.	2) Gemmulae anatropae.
3) Gemmulae omnes erectae.	3) Gemmulae inferiores pendulae, superiores adscendentes.
4) Folia spiraliter disposita.	4) Folia verticillata.
5) Folia duo vel tria ad basin ramorum connata, vaginantia.	5) Folium unicum ad basin ramorum amplexicaule.

Die Abbildung des Stammdurchschnitts bei Chatin (l. c. pl. IX. p. 4) kann ich bestätigen, obgleich meist 3 Kreise von Luftgängen vorhanden sind; die Zeichnung des Blattes dagegen, b', ist unrichtig: 3—5 Schichten der Zellen des Randes sind viel schmäler und länger als die der Scheibe und haben kein Chlorophyll, Punkte, die alle drei in der Zeichnung b' versehen sind; auch sind die Zähne nicht naturgetreu. Das Parenchym rings um das Leitzellenbündel des Stammes ist in einer Lage stärker verdickt als das übrige und bildet eine Schutzscheide; die zunächst liegende Schicht der Leitzellen ist mit trüberem, dunkleren Inhalt erfüllt.

Lagarosiphon cordofanus.

Zahlreiche Exemplare in h. Berol., h. Lips., h. J. Gay, h. Deless. mit der Beischrift: „Kotschyi iter Nubicum — 170. Udora cordofana Hochst. In aquis inter gramina ad montem cordofanum Arasch-Cool — D. 12. Octbr. 1839 — U. i. 1841," ohne Aeste und Wurzeln, bis 12" lang, mit weiblichen Blüthen. Ich lasse die Beschreibung folgen.

Lagarosiphon cordofanus. Radices? — Caulis teres, fasciculo cellularum conductricum centrali unico, cyclis 4 ductuum aëreorum (haud „solidus"

Chatin) instructus, simplex (?), flavo-virens. Folia sparsa, hinc inde bina vel terna fere eadem in altitudine, linearia, versus apicem sensim attenuata, acutissima, pallide virentia, fasciculo cellularum conductricum medio uninervia, sessilia, dentata. Dentes 1 - 5 vel 6 cellulis supra marginem prominentes, utrinque 34 — 44, acutissimi, cellula apicali maxima, curvata, antrorsum versa, angusta, vix pallide brunnea; cellulis marginalibus vix illis disci angustioribus vel chlorophylli pauperioribus, iis haud brevioribus. Stipulae intrafoliaceae binae, ovatae vel oblongo-ovatae, albidae, chlorophyllo destitutae, apice papillis brevissimis 3 — 4 instructae (Fig. 75). Internodia usque ad 1½''' longa. Planta dioica? Fl. mas? — Fl. fem. Spatha axillaris, solitaria, sessilis, tubulosa, laevis, basi paululum inflata, lobis duobus obtusis aperta. Germen (Fig. 76) ovatum, spatha longe brevius, inferum, uniloculare, placentis tribus parietalibus, gemmulis plurimis 35 — 39 erectis, orthotropis, funiculis gemmulas aequantibus, obliquis, integumentis duobus (Fig. 77). Tubus calicis longissimus, filiformis. Sepala tria, ovata, petala tria, sepala subaequantia iisque angustiora ovalia. Fila sterilia tria brevia. Stigmata tria, bipartita, lobis filiformibus, sepala subaequantibus.

Chatin (Anat. comp. pl. 11. fig. 1) giebt eine falsche Abbildung des Stammquerschnitts, den er solide, ohne alle Luftgänge darstellt (l. c. p. 26). Der Stamm hat im Gegentheil mehr Luftgänge, als irgend eine andere Hydrillee, nämlich vier Kreise (Fig. 78), und ist sehr zierlich. Wie bei Lagarosiphon muscoides ist rings um das Leitzellenbündel das Parenchym stärker verdickt, aber nicht bloss in einer Lage, sondern in zwei; bei der inneren ist jedoch die Innenwand, bei der äusseren die Aussenwand weniger verdickt (Fig. 78 c). Wie bei allen Hydrilleen ist in der Mitte des Leitzellenbündels ein grosser Luftgang.

Zu Elodea gehört die Pflanze nicht, da sie zerstreute, nicht quirlig gestellte Blätter hat, denn die auf fast gleicher Höhe zu 2 — 3 stehenden sind sehr selten. Auch die an der Spitze papillösen Stipulae, die Form der Blattzähne, die langen Funiculi der Saamenknospen stimmen nicht mit Elodea. Obgleich die männlichen Blüthen unbekannt sind, habe ich die Pflanze unter Lagarosiphon gestellt, weil die Form der Blattzähne, die spiralige, nicht quirlige Blattstellung, die stark verdickte Scheidenschicht, die langen Funiculi sie an Lagarosiphon muscoides anschliessen.

Rückblick auf das Verhältniss der Pflanze des dammschen Sees zu den übrigen Hydrilleen (Anacharideen Endl.).

Es zeigte sich durch die Untersuchung vieler Pflanzen d Gattung Hydrilla aus Ost-Indien, Java, China, Neu-Holland, Ma

ritius, dass die Pflanze des dammschen Sees, welche von der lithauischen und ostpreussischen nicht verschieden ist, mit ihnen in der Beschaffenheit der vegetativen Theile bis auf geringe Abweichungen übereinstimmt, dass kein Grund vorhanden ist, verschiedene Species in der Gattung Hydrilla, so weit die von mir untersuchten Pflanzen in Betracht kommen, anzuehmen, und dass nur Formenverschiedenheiten in der einen Art, der Hydr. verticillata, stattfinden. Ferner zeigte sich (p. 464), dass in vier wesentlichen Punkten das Kraut der Elodea canadensis Mich. (Udora occidentalis Koch) von Bethlehem in Pensylvanien von der Pflanze des dammschen Sees verschieden ist, und dass nicht einmal eine Gattungsgleichheit, geschweige Artgleichheit zwischen beiden stattfinden kann. Was sich aber in Bezug auf die bethlehemitische Pflanze ergab, gilt auch mehr oder weniger in Bezug auf die übrigen Hydrilleen-Gattungen und Arten. Sie sind alle wesentlich im Kraut von der Pflanze des dammschen Sees verschieden. Sogar das Blatt der Hydr. verticillata ist so charakteristisch, dass es leicht ist, aus einem Stück des Blattes einer Hydrillee, welches nur 1 oder 2 Zähne und 7 bis 8 Zellreihen der Fläche enthält, sicher auszumachen, ob es das von Hydrilla oder einer anderen Gattung ist. Die Unterschiede der vegetativen Theile der drei Hydrilleen-Gattungen beruhen in der Gestalt der Zähne des Blattes, der Beschaffenheit seiner Randzellen, der Stipulae, der Zahl und Gestalt des Blattes oder der Blätter des Zweiganfangs. Die systematischen Resultate, welche ich am Schlusse dieser Arbeit zusammengestellt habe, geben auch die wichtigsten Merkmale der vegetativen Theile in kurzem Abrisse.

Lassen sich die Arten der Hydrilleen nach der Zahl und Anordnung der Luftgänge im Stamm und der Form der Stärkekörner bestimmen?

Es behauptet Chatin (z. B. Anat. comp. p. 28), dass sich die Arten der Hydrilleen durch die Beschaffenheit der Stärkekörner des Stammes, die er überall abbildet, und die Zahl und Anordnung der Luftgänge darin unterscheiden lassen. Die Stärke, welche an Grösse und Gestalt in den verschiedenen Arten sich sehr nahe steht (siehe Chatin, Anat. comp. pl. 9. fig. 2, 5, 8; pl. 10. fig. 2, 5; pl. 11. fig. 2, 5) und oft ganz fehlt, z. B. bei Hydr. verticillata var. gracilis, bei welcher Pflanze ich sie, ausser in den Winterknospen, nirgend fand, bietet jedenfalls nur einen höchst unsicheren Charakter oder

vielmehr keinen zu der Unterscheidung der Art dar, und die Zahl und Anordnung der Luftgänge dienen diesem Zweck auch nur sehr unzureichend. Bei Hydr. verticillata var. gracilis, der einzigen Form der Hydr. verticillata, von der ich reichlicheres, lebendes Material hatte, kommen 1—2 Kreise von Luftgängen vor, die von 1—4 Lagen von Parenchym aussen begrenzt sind. Stammdurchschnitte, wie Chatin (l. c. pl. 9. fig. 1 et 7) abbildet, mit einem Kreise von Luftgängen, begrenzt durch vier, und mit zwei Kreisen von Luftgängen, begrenzt durch eine Lage von Parenchym, habe ich bei derselben Pflanze der Hydr. verticillata var. gracilis gesehen, und die Stammdurchschnitte der Arten von Elodea sind unter sich und zum Theil mit denen von Hydrilla so ähnlich, dass ich nicht weiss, wo, zumal bei getrocknetem Material, feste Anhaltspunkte des Unterschiedes gegeben sind. Lagarosiphon muscoides und cordofanus dagegen unterscheidet sich durch die stärker verdickte Schutzscheide des Leitzellenbündels sehr leicht von den anderen Gattungen, und Lagar. cordofanus ist durch die vier Reihen von Luftgängen, die sonst bei keiner Hydrillee vorkommen (Fig. 78) und dem Stammquerschnitt ein sehr zierliches Aussehen geben, sofort kenntlich. Die Abbildung des Stammdurchschnitts dieser letzteren Pflanze bei Chatin (l. c. pl. 11. fig. 1) ist, wie bemerkt (p. 480), nicht in Uebereinstimmung mit der Natur.

Ist die Familie der Otteliaceen (Chatin) mit Recht von der der Hydrocharideen abzutrennen?

Chatin hat die Hydrocharideen in zwei Familien getrennt, in die Otteliaceen und in die (eigentlichen) Hydrocharideen (Compt. rend. XLI. 1855. p. 819 ff.; Anat. comp. p. 4). Die Charaktere beider Familien werden von ihm folgendermaassen angegeben:

Otteliaceae:	Hydrocharideae:
Saamenknospe anatrop.	Saamenknospe orthotrop.
A. Ottelieae. Stamm und Blätter mit Gefässen. Spaltöffnungen auf der Oberfläche der Blätter (Ottelia).	A. Hydrochareae. Stamm u. Blätter mit Gefässen. Spaltöffnungen auf der oberen Seite der Blätter. Schwimm. Pflanzen (Hydrocharis, Limnobium).
B. Enhaleae. Saamenknospe mit einem einzigen Integument. Axe und Blatt nicht immer mit Gefässen versehen. Keine Spaltöffnungen. Untergetauchte Pflanzen. (Enhalus, Stratiotes).	B. Vallisnerieae. Saamenknospe nur mit einem einzigen Integument. Stamm und Blätter ohne Gefässe. Keine Spaltöffnungen. Untergetauchte Pflanzen (Vallisneria, Hydrilla, Anacharis, Udora).

Der Blüthenbau ist in den beiden von Chatin aufgestellten Familien nicht wesentlich verschieden, und Chatin gesteht selbst, dass der eigentliche Unterschied in der Saamenknospe liegt, die bei den Otteliaceen anatrop, bei den Hydrocharideen orthotrop sei. Ich habe Enhalus nicht untersuchen können. Stratiotes und Ottelia haben anatrope Saamenknospen; Ottelia mit zwei Integumenten; ob Stratiotes nur eins hat, kann ich an dem getrockneten Material nicht sicher entscheiden. Auch hat Chatin recht, dass Hydrocharis orthotrope Saamenknospen mit zwei Integumenten hat. Endlicher (Gen. n. 1216) giebt die Ovula als adscendentia und anatropa an; dies ist unrichtig. Was aber die Saamenknospen der Vallisnerieen Chat. anbetrifft, so sind viele der Angaben Chatin's irrthümlich. Ich habe zur Genüge oben bei den einzelnen Arten von Hydrilla, Elodea, Lagarosiphon angegeben, dass die Saamenknospe bei allen zwei Integumente hat. Chatin wird sich leicht davon überzeugen können, wenn er dieselben mit Kalilauge behandelt, wodurch die Integumente deutlich hervortreten. Ich habe zwei Integumente auch bei Vallisneria gesehen, und Chatin ist in Bezug auf diese Pflanze mit sich selbst in Widerspruch, indem er ihr (Bullet. de la soc. bot. de France. 1854. p 362 Anmerk.) zwei Integumente zuschreibt, während er ihr Comp. rend. 1855. p. 822 und in seiner Monographie derselben (Mémoire sur la Vallisneria spiralis. 1855. p. 16 et 29) nur eins beilegt, welches er auch nur allein abbildet (Mém. sur la Vall. pl. 3. fig. 11, 11', 13). Vallisneria spiralis hat übrigens in der That orthotrope, aufgerichtete Saamenknospen, wie Chatin fand, nicht, wie Endlicher (Gen. n. 1209) angiebt, „adscendente und anatrope". Es ist aber weder etwas Neues, dass die Saamenknospen von Vallisneria spiralis orthotrop sind, noch dass sie zwei Integumente haben. Hätte Chatin sich um die Literatur gekümmert, so würde er gefunden haben, dass Schleiden schon 1837 (N. A. A. L. C. XIX. II p. 35, Taf. III. Fig. 25) die Saamenknospe von Vallisneria spiralis als orthotrop, mit zwei Integumenten beschreibt und abbildet, welche nicht, wie Chatin (Bullet. de la soc. bot. de France. I. p. 362) angiebt, aus einer Zelllage, sondern aus zwei bestehen, indem die Integumente keiner Pflanze, so weit mir bekannt, nur aus einer Zelllage gebildet sind. Die Saamenknospen von Elodea und Lagarosiphon sind in der That orthotrop, wie oben zur Genüge angegeben und Chatin gefunden hat. Von Elodea bildet Richard den Saamen mit nach unten gerichteter Plumula ab (l. c. Taf. I. F), so dass die Orthotropie daraus ver-

muthet werden kann, obgleich Endlicher irrthümlich radicula infera bei Udora (Elodea Rich.) angiebt. Bei Lagarosiphon bildet Harvey (l. c.) die orthotropen Saamenknospen richtig ab, giebt jedoch falsch beim Saamen an: radicula infera. In Betreff von Hydrilla hat sich jedoch Chatin in der Gestalt und Lage der Saamenknospen geirrt. Es sind bei Hydrilla zwei Integumente vorhanden, und die Saamenknospen sind anatrop; ich verweise auf meine obigen genaueren Angaben (p. 414, 419 ff.) und auf die Abbildungen (Fig. 31 u. 32). Die oberste oder zwei obersten Saamenknospen sind gewöhnlich adscendent, d. h. ihre Mikropyle ist nach unten gewandt, die anderen hängend mit nach oben gerichteter Mikropyle, und ich bin nicht der Erste, der dies bei Hydrilla gesehen hat, denn Hasskarl (Pl. Jav. 1848. p. 118) giebt dies Verhältniss schon an, obgleich ich es unabhängig von Hasskarl fand. Hasskarl schreibt freilich irrthümlich den oberen Saamenknospen eine hängende und den unteren eine adscendente Lage zu. Höchst selten kommt als abnorme Form eine hemianatrope Saamenknospe vor (Fig. 33). Chatin hat in seiner Gattung Hydrilla (Anat. comp. p. 22 ff.) Pflanzen zusammengemengt, nämlich Hydr. ovalifolia Rich. und Hydr. najadifolia Zoll. et Mor. einerseits und Lagarosiphon Harv. anderseits, die durchaus nicht zusammen gehören, indem er ohne Prüfung der Natur und Literatur Presl und Planchon gefolgt ist (vergl. p. 479). Im Gattungscharakter von Hydrilla giebt Chatin (l. c. p. 22) von dem männlichen Blüthenstande an: spathes uniflores, und dennoch zieht er Lagarosiphon Harv. unter Hydrilla, obgleich der Gattungscharakter von Lagarosiphon zum Theil darin besteht, dass viele männliche Blüthen sich in einer Spatha finden, wie Harvey dies sehr deutlich abgebildet hat. Da nun die Gattung Hydrilla, die doch unmöglich von den nächsten Verwandten, Elodea und Lagarosiphon, d. h. von den eigentlichen Hydrocharideen, getrennt werden kann, anatrope Saamenknospen hat, so ist die Eintheilung der Hydrocharideen Rich. in Otteliaceen und Hydrocharideen Chat. unhaltbar, da sie, wie Chatin selbst sagt, nach der Gestalt der Saamenknospen gemacht ist.

Die Unter-Abtheilungen der Hydrocharideen Rich.

Richard (l. c. p. 75) gab folgende Eintheilung der Hydrocharideen:

Section I. 3 Stigmata.

A. Caulescentes:

1) Elodea. 2) Anacharis. 3) Hydrilla.

B. Acaules:

1) Vallisneria. 2) Blyxa.

Section II. 6 Stigmata.

A. Fol. sessilia:

1) Stratiotes. 2) Enhalus.

B. Fol. petiolata:

1) Ottelia. 2) Limnobium. 3) Hydrocharis.

Was die zweite Abtheilung anbetrifft, so würde Richard die Scheidung nach sitzenden und gestielten Blättern oder, was damit zusammenfällt, nach untergetauchten und schwimmenden haben aufgeben müssen, wenn er die Gattung Bootia Wall. gekannt hätte, die Beides vereinigt, indem sich bei ihr lineal-lanzettförmige, untergetauchte und gestielte, herzförmige Blätter auf demselben Stamm finden. Lindley (Veget. Kingdom. 1. edit. 1845 u. 2. edit. 1853), welcher der Eintheilung Richard's folgt, lässt daher die Unter-Abtheilungen der zweiten Abtheilung, aber freilich auch die der ersten, fort. Was die erste Abtheilung von Richard anbetrifft, so sind die beiden Unter-Abtheilungen sehr natürlich, indem die Unter-Abtheilung: A, Pflanzen mit sehr langen, fadenförmigen Stengeln umfasst, deren kleine, kurze, nicht über 1″ lange, Blätter quirlig oder zerstreut stehen und deren Internodien alle von ziemlich gleicher Länge sind, so dass die Aeste nicht den Charakter von Stolonen haben, und indem die zweite Unter-Abtheilung: B, in Vallisneria und Blyxa Pflanzen mit sehr langen, linealen Blättern und einem Stamm begreift, der in den Internodien einen bedeutenden Unterschied und dadurch eine sofort in die Augen fallende Verschiedenheit von der Unter-Abtheilung A im Wachsthumsverhältniss zeigt. Der Stamm der Pflanzen der Unter-Abtheilung B hat nämlich sehr kurze Internodien, so dass alle Blätter dicht über einander sitzen; aber das erste Internodium des Astes ist sehr lang, mehrere Zoll, und bildet einen sogenannten Stolonen. Das zweite und die folgenden Internodien des Astes sind dann wieder sehr kurz. Die beiden Unter-Abtheilungen A und B bieten also im Habitus einen sehr grossen Unterschied dar. Es hat daher Endlicher (Gen. p. 161 ff.) mit vollständigem Recht statt zwei Abtheilungen drei in

den Hydrochariden gebildet, die ich hier mit Angabe ihres Charakters folgen lasse:

Trib. I. Anacharideae. Germen einfächrig. 3 Stigmata. Stamm lang, mit langen, unter sich fast gleichen Internodien. Blätter klein, quirlig, zerstreut. Untergetauchte Pflanzen.

1) Udora. 2) Anacharis. 3) Hydrilla. 4) Lagarosiphon (Endlicher, Gen. Suppl. III).

Trib. II. Vallisnerieae. Germen einfächrig. 3 Stigmata. Stamm und Internodien desselben sehr kurz; erstes Internodium des Astes sehr lang. Blätter sehr lang, dicht gedrängt. Untergetauchte Pflanzen.

1) Vallisneria. 2) Blyxa.

Trib. III. Stratiotideae. Germen mehrfächrig. 6 Stigmata. Stamm und Internodien desselben sehr kurz; erstes Internodium des Astes sehr lang. Blätter dicht gedrängt, untergetaucht oder schwimmend.

1) Stratiotes. 2) Enhalus. 3) Ottelia (Damasonium). 4) Boottia. 5) Limnobium. 6) Hydrocharis.

Dem Habitus nach, der sofort in die Augen fällt, und dem Blüthenbau nach ist diese Anordnung treffend und naturgetreu. Gegen diese Eintheilung von Endlicher hat Chatin (Compt. rend. 1855. XLI. p. 695 u. 819 ff.; Anat. comp. 1856. p. 3 ff.) die scheinbar begründete Einwendung hervorgehoben, dass dadurch anatomisch gleich gebaute Pflanzen von einander entfernt und anatomisch ungleichartige in eine Abtheilung zusammengeworfen würden, denn die Anacharideen hätten keine Gefässe, ebensowenig wie Vallisneria, obgleich diese Gattung nicht zu ihnen gerechnet sei. Alle diese Pflanzen seien untergetauchte. Bei Stratiotes, Enhalus, Limnobium, Hydrocharis weist Chatin Gefässe nach; sie haben theils untergetauchte, theils schwimmende Blätter. Chatin hält sich daher an die beiden Haupt-Abtheilungen von Richard, deren erstere er, wie Andere, Vallisnerieae, deren zweite er aber nicht Stratioteae, sondern Hydrochareae nennt, indem er unter die letzteren, ungetreu seiner ausserdem angegebenen Theilung der Hydrocharideen Rich. in zwei Familien, in Otteliaceen und Hydrocharideen Chat., Ottelia, Enhalus, Stratiotes und ausserdem Limnobium und Hydrocharis rechnet.

Was den von der Anatomie hergenommenen Einwand Chatin's gegen die drei Abtheilungen Endlicher's betrifft, so ist dieser von geringerer Bedeutung, als es scheint. Die Anwesenheit

oder Abwesenheit von Gefässen in den erwachsenen Theilen des Krauts ist überhaupt kein Charakter, der für Eintheilungen grosse Bedeutung haben kann. Dieselbe Pflanze verhält sich nämlich in Bezug auf Anwesenheit oder Abwesenheit von Gefässen in verschiedenen Theilen oder zu verschiedenen Zeiten verschieden. So enthält Stratiotes Gefässe im Stamm, Blüthenschaft und Blatt, aber nicht in der Wurzel, wie auch Chatin richtig angiebt. Lemna minor, gibba und trisulca haben nur im Germen, in den Staminibus und im Funiculus Gefässe, sonst keine, und bei den Potamogetonen, Nymphäaceen u. s. w. verschwinden sie in den einzelnen Theilen des Stammes oder Blattes im Alter ganz, während sie in anderen Theilen bleiben, und was das Wichtigste ist, es ist oben gezeigt worden, dass in der Stammspitze von Elodea canadensis vorübergehend Gefässe auftreten; höchst wahrscheinlich ist dies also bei allen Hydrilleen der Fall. Nur der erwachsene Stamm und das Blatt ist jedenfalls gefässlos. Wahrscheinlich werden sich auch bei Vallisneria spiralis bei sorgfältigerer Untersuchung irgend wo vorübergehende Gefässe finden, obgleich ich sie bisher im Stamm und Blatt nicht finden konnte. Auf der anderen Seite aber: wird Vallisneria zu den Anacharideen gebracht, wie Chatin will, so sind unter den Vallisnerieae Chat. Pflanzen von so verschiedenem Habitus vereinigt, dass das Missliche der Eintheilung sofort in die Augen fällt. Die Anacharideen mit ihrem langen, fadenförmigen, dünnen Stamm, den fast gleichmässig langen Internodien, den kurzen, kaum 1″ langen, Blättern passen nicht mit Vallisneria und Blyxa zusammen, bei welchen die Internodien, ausser dem ersten des Astes, verschwindend kurz sind, so dass der Stamm nur sehr klein ist, und bei welchen die Blätter viele Zoll messen. Ich sehe daher keine triftigen Gründe, die Grundzüge der Eintheilung der Hydrochariteen von Endlicher aufzugeben.

Es scheint mir nicht erforderlich, auf die weniger durchgeführte Zertheilung der Hydrocharideen in drei Familien, Stratioteae, Vallisneriaceae und Hydrocharideae, die Link (Handbuch. 1829. I. p. 280) und Schultz-Schultzenstein (Natürliches System des Pflanzenreichs. 1832. p. 273) angeben, näher einzugehen. Dass Agardh (Aphor. p. 127) Trapa zu den Hydrocharideen rechnet, hat nur historischen Sinn.

Da sich ergeben hat, dass der Name Udora in keiner Hinsicht ein Recht zur Existenz hat, dass die Gattung Elodea und Anacharis dieselbe ist und da die Gattungen Diplosiphon Dec. und Necha-

entfernen. Der Nexus der Helobiae, den die genannten Familien bei Grisebach bilden, scheint mir freilich nicht angemessen auf den der Coniferen und Cycadeen, die von Grisebach noch zu den Dikotyledonen gezählt sind, zu folgen, indem diese beiden Familien wegen ihrer Embryogenie weder zu den Dikotyledonen noch zu den Monokotyledonen gehören.

Die anatomischen, morphologischen und physiologischen Resultate, welche sich in Bezug auf die Hydrilleen aus den vorstehenden Untersuchungen ergeben.

Der Stamm.

1) Der Gegensatz von Rinde und Mark fehlt dem Hydrilleen-Stamm, indem letzteres nicht vorhanden ist. Im Centrum des jugendlichen, noch nicht erwachsenen Stammes befindet sich ein einzelnes Gefäss (Elodea canadensis in England), von dem in den Knoten nach jedem Blatte ein einziges Gefäss abgeht, welches jedoch nicht aus dem Stamm austritt. Diese Gefässe sind von Leitzellen (siehe über diesen Namen p. 383) umgeben, welche von Parenchym umschlossen sind.

2) Das Gefäss des Stammes und des Blattes wird sehr bald (schon 2‴ unter der Spitze der Terminalknospe) resorbirt; das centrale Stammgefäss gestaltet sich in einen Gang um, und der erwachsene Stamm enthält ein centrales Leitzellenbündel, umgeben von Parenchym, welches der Lage nach der Rinde entspricht.

3) Die Verdickungen der Gefässe lassen deutliche Spiralen nicht erkennen; sehr selten sind sie ringförmig, meist bilden sie $\frac{1}{4}$—$\frac{3}{4}$ Kreisumlauf mit spitzigen Enden.

4) Die Leitzellen sind höchst dünnwandig, nicht verholzt, sehr lang, enthalten Proteinstoffe und haben Querwände, die nur sehr wenig schief stehen.

5) Das Leitzellenbündel ist umgeben von einer parenchymatischen Schutzscheide*) („Bündelscheide“ Schultz-Schultzenstein, unentwickelter „Verdickungsring“ Schacht), die entweder aus einer Zellreihe besteht, die im Querschnitt auf den Seitenwänden zwischen je zwei Zellen einen dunkeln Punkt, das Profil einer Reihe tüpfelartiger Räume zwischen je zwei Zellwänden, zeigt (Elodea

*) Siehe über diese Bezeichnung p. 441 ff.

canadensis in England), oder aus 1—2 etwas stärker verdickten Zelllagen (Lagarosiphon muscoides, cordofanus).

6) Der Stamm verdickt sich nicht; eine Cambialschicht fehlt gänzlich. Die Schutzscheide gehört der Rinde an und ist keine unentwickelte Cambialschicht („Verdickungsrohr“ Schacht).

7) Das Parenchym des Stammes ist mit 1—4 concentrischen Kreisen von Luftgängen durchzogen; 1—3 bei Hydrilla verticillata; 4 bei Lagarosiphon cordofanus. Diaphragmata habe ich nicht gesehen.

8) In den Knoten verkürzen sich sowohl die Zellen des Rindenparenchyms als des Leitzellenbündels zu fast kugliger Form.

9) Der Stamm zeigt im Querschnitt im Parenchym der Rinde parallele Streifung, die durch wellenförmige Buchtung der Zellwand, nicht durch Verdickung, verursacht wird.

Das Blatt.

10) Es besteht (bei Hydrilla verticillata var. gracilis und Elodea canadensis in England) aus zwei Lagen von Zellen mit einer mittleren Rippe, die von Leitzellen gebildet wird; an dieser sind drei Lagen von Parenchym. Das Leitzellenbündel des Blattes, welches noch nicht erwachsen ist, umschliesst innerhalb des Stammes ein einziges Gefäss, welches sehr bald resorbirt wird. Die Verdickungen desselben sind, wie bei dem Gefässe des Stammes, meist halb ringförmig mit spitzigen Enden.

11) Das Blatt wächst anfangs in allen seinen Theilen, auch auf der Spitze; später hört in dieser zuerst die Zellenbildung auf, und es wächst dann an der Basis. Dies ist bewiesen a) durch die Entwicklung der Zähne, die von oben nach unten gebildet werden; b) durch die Grösse der Zellen, die zuerst an der Spitze, später an der Basis erwachsen sind; c) durch das Chlorophyll, welches sich in der Spitze des Blattes zuerst, in der Basis zuletzt entwickelt.

12) Die Spitze des Blattes ist ein Vegetationspunkt so lange, bis die Zellbildung in ihr aufhört.

13) Das Chlorophyll erwächst aus höchst kleinen Körnchen, deren Grösse nicht näher bestimmt werden kann, allmälig zu flachen runden Körnern von $\frac{1}{357}$—$\frac{1}{263}$''' paris. Duod., an denen zu unterscheiden ist: A) der gelatinöse Ueberzug; B) das grüne Korn, welches bei günstigem Licht noch einen Unterschied zeigt zwischen a) einer helleren, ungekörnten Aussenschicht und b) einer trüberen, körnigen Mitte. Zwischen den beiden letzteren ist oft eine Interferenz-Linie sichtbar.

Der Stamm und das Blatt.

14) Die Epidermis fehlt, denn auch die äusserste Zelllage enthält Chlorophyll und ist der Structur nach nicht von den anderen unterschieden. Stomata sind nicht vorhanden.

15) Cuticula ist vorhanden. Intercellularsubstanz nicht nachweisbar.

16) In den Zellen des Stammes und Blattes rotirt der Zellinhalt (Hydrilla verticillata var. gracilis und Elodea canadensis in England; bei Hydrilla verticillata var. angustifolia auch in den Stigmapapillen nach Hasskarl).

17) Der axillare Zweig hat an seiner Basis entweder ein stengelumfassendes Blatt, welches nach vorn offen ist (Hydrilla), oder zwei seitliche, lanzettförmige, nicht stengelumfassende (Elodea), oder eine häutige Scheide, aus zwei bis drei zusammen aufgewachsenen Blättern bestehend (Lagarosiphon muscoides).

Die Nebenblätter.

18) Zwischen Stamm und Blatt sind zwei höchst winzige, eiförmige, oder lanzettförmige, oder oblonge Stipulae intrafoliaceae vorhanden (ähnlich denen bei Najas major, Zanichellia palustris), welche nur aus zwei Lagen von Parenchym bestehen, ohne Leitzellenbündel; sie sind gefranzt bei Hydrilla, ganzrandig oder fast ganzrandig bei den übrigen Hydrilleen.

19) Die Stipulae entwickeln sich später als das Blatt.

Die Wurzel.

20) Die Adventivwurzel (bei Hydrilla verticillata var. gracilis und Elodea canadensis) bildet sich im Blattknoten aus dem hier sehr kurzen, fast kugligen Parenchym der Leitzellen, durchbricht die Rinde und tritt zwischen Blatt und Stamm oberhalb des Blattes aus.

21) Die Wurzel ist fadenförmig und unverästelt; wie dem Stamm fehlt auch ihr das Mark, und sie besteht nur aus einem centralen Leitzellenbündel ohne Schutzscheide und aus Parenchym, worin keine Canäle, sondern nur Intercellularräume, der Länge nach verlaufend, sich befinden.

22) Oberhalb der Wurzelhaube befinden sich Wurzelhaare (Elodea canadensis).

Die Winterknospen.

23) Hydrilla verticillata dauert den Winter über im Zustande cylindrisch - keuliger Knospen (Winterknospen) aus, die aus den Spitzen der Aeste entstehen, indem die Blätter zu Schuppen verkümmern und alle Zellen des Gewebes, selbst die äussersten des

Stammes und Blattes, sich mit geschichteter Stärke erfüllen. Nur im Leitzellenbündel und in der Terminalknospe ist keine Stärke.

24) Die Stärkekörner dieser Winterknospen zeigen, wie alle Stärkekörner, a) aussen einen hellen Schein, b) innen und aussen 1—3, ja 5 dem Rande parallel laufende Linien, die von den Schichten verschieden sind und rein optischer Natur, durch Interferenz gebildet sind.

Systematische Resultate*).

Fam. HYDROCHARIDEAE Dc.

Trib. **Hydrilleae** Casp. (Anacharideae Endl.)

Germen uniloculare. Stigmata tria. Caulis elongatus, internodiis longitudine se fere aequantibus; stolones nulli. Folia parva, verticillata, rarius sparsa. Plantae submersae.

Genera: Hydrilla, Elodea, Lagarosiphon.

I. Gen. HYDRILLA.

Richard, Mém. de l'Institut. 1811. (Mém. lu le 14. Janv. 1811, publiée 1812) I. p. 61.

Serpicula Linné fil., Suppl. 1781. p. 416 (ex parte). Roxburgh, Pl. corom. 1798. II. p. 34. Willdenow, Sp. pl. 1805. IV. I. p. 329 (ex parte).

Hottonia Willd., Sp. pl. 1797. I. II. p. 814.

Epigynanthus Blume in litt. ad Nees ab Esenb.; Fl. 1825. p. 679. Endlicher, Gen. n. 1664.

Hydrospondylus Hasskarl, Fl. 1842. Beiblatt II. p. 33.

Flores monoici (vel dioici?). Masc. Spatha sessilis, subglobosa, in vertice bivalve rumpens, muricata, uniflora. Flos breviter pedicellatus. „Sepala tria, obovata; petala tria, linearia; stamina tria; filamenta brevia, filiformia; antherae subgloboso-reniformes" (Roxb. Hassk.). Fem. Spatha sessilis, tubulosa, ore bidendato, uniflora. Flos sessilis. Tubus calicis filiformis, elongatus. Sepala tria, obovato-oblonga; petala tria, minora, lineari-obovata. „Stylus longissimus, in tubo perigonii inclusus, nec adnatus, capillaris" (Hassk.). Stigmata tria, filiformia, tertiam partem sepalorum aequantia. Germen inferum, lineari-oblongum, uniloculare; placentae parietales tres.

*) Diese sind schon als „Conspectus systematicus Hydrillearum" im Monatsbericht der berliner Academie, Januar 1857 gedruckt worden.

Gemmulae 2—7, inferiores pendulae, superiores adscendentes; vel rarius omnes pendulae, anatropae. „Fructus bacca (?) cylindrica, unilocularis, gelatina impleta; semina pauca („3—7" Rich., „5" Hassk.), superiora erecta, inferiora inversa. Embryum exalbuminosum, rectum" (Rich.). — Herba submersa. Caulis teres, cellularum conductricum fasciculo centrali unico, ductuum aëreorum cyclo unico vel duobus, inter ductus aëreos et cuticulam stratis cellularum unico — quatuor interpositis. Folia verticillata, bina — octona, sessilia, uninervia, dentata, dentibus cellula apicali maxima, brunnea, antrorsum curvata, utrinque 8—31, cellulis 3—8 supra marginem prominentibus; cellulae marginales chlorophyllum gerentes, nec vel paululum tantum longiores et tenuiores quam cellulae disci. Stipulae binae, intrafoliaceae, oblongae vel oblongo-lanceolatae, margine papillis linearibus 5—9. Folium basale rami unicum, amplexicaule, ovatum, nervo medio unico, dorso ad axim primarium verso. Radices filiformes, axillares, saepe fasciculatae. — Contentus cellularum rotat. Flores masc. denique a pedicello soluti ad superficiem aquae adscendunt et casu adiuti foemineos foecundant. Hiemem in statu gemmarum oblongarum bulbilliformium peragit. — Patria: Europa orient., Asia (Indiae ambae orient., China, Java), Nova Hollandia et Africa (Insula Mauritii). — Species unica.

Hydrilla verticillata Casp., Botan. Zeitg. 1856. p. 899. Char. spec. idem ac. gen.

Hydr. dentata Casp., Botan. Zeitg. 1854. p. 56. Garcke, Fl. von Nord- u. Mittel-Deutschland. 3. edit. p. 312.

α) Roxburghii, internodiis modice c. 3‴ longis, foliis oblongo-lanceolatis vel oblongis, 3—5‴ longis, ¾—1½‴ latis, abruptius in apicem acutum contractis; la. : lg. = 1 : 3 — 5; verticillis 3—5-, plerumque 4-foliis. Cf. p. 412 ss.

Serpicula verticillata Lin. fil. a. 1781 l. c. — Willd., Sp. pl. IV. I. p. 329; herb. Willd. No. 17363 fol. 4 (ex parte). — Roxb., Pl. corom. II. p. 34; Fl. indic. III. p. 378.

Hottonia serrata Willd. a. 1797 l. c.

Vallisneria verticillata Roxb., Fl. indic. III. p. 751.

Udora verticillata C. Spreng., Lin. Syst. 1825. Vol. I p. 170 (ex parte).

Hydr. ovalifolia Rich., l. c. p. 9 (ex parte). Miquel, Fl. Ind. Bat. 1856. III. p. 235.

Hydr. Wightii Planch., Ann. d. sc. nat. 3e sér. année 1849. tome XI p. 79 (ex. parte).

Hab. Ambae Ind. orient., Java, China, Nova Hollandia, Insula Mauritii.

Vidi specimina originalia Linnaei fil. in herb. Lin. in h. soc. Lin. Lond. — Vidi etiam plantam in h. Berol. (h. Willd. No. 17363 fol. 4 — Java, Zollinger exs. No. 125 b — Coromandel, Macé — Ceylon, Thwaites); h. Mus. Par. (Java, Zollinger exs. No. 125 b); h. Deless. (Ind. orient., Roxburgh — Isle de France, Néraud — Isle de France, Perrottet — Pondichery, Perrottet — h. Wallich plant. Wallichii catal. No. 5048, ex parte); h. Mus. Brit. (Ind. orient., Koenig — Ind. orient., Soc. unit. fratr.); h. soc. Lin. Lond. (h. Wallich plant. Wallichii catal. No. 5048); h. Hooker (Bhein Tal, Kumaon, 4400′ above the sea, Strachey et Winterbottom — Assam — Concan, Dr. Stocks — Tavoi, Bengal inferior, Dr. Thompson — Behar, Bengal, Hooker fil. et Thompson — Iheels, Hooker fil. et Thompson — Maradabad — Lahore Septbr. 1846, Thompson — Ceylon, Thwaites C. P. 2310 — Ind. orient., Wight: Hydr. Wightii Planch., spec. orig. — Kashmir, Thompson — Nova Hollandia in fluvio Murrey, Dr. Ferd. Mueller sub nomine Udorae australis Ferd. Mueller).

β) brevifolia, internodiis modice usque ad 6 — 9½‴ longis, foliis brevioribus, ovalibus — oblongo-lanceolatis, 2 — 4½‴ longis et 1—1¼‴ latis; la. : lg. = 1 : 1⅓ — 1½. Cf. p. 415.

Hydr. ovalifolia Rich. l. c. (ex parte). Chatin, Anat. comp. 1856. p. 22, pl. 9. fig. 1—3.

Hab. Ind. orient. V. s. in h. Berol. (h. Willd. No. 17636 fol. 4 (ex parte) — Ind. orient., Klein); h. Mus. Par. (Kanaor inferior, Dr. Royle); h. soc. Lin. Lond. (h. Wallich No. 5048 lit. A); h. Hooker (Scinde, Stocks); h. Deless. (Coromandel, Bélanger exs. No. 93).

γ) tenuis, internodiis modice longis, caule tenuissimo, foliis lanceolato-linearibus, tenerrimis, 4—4½‴ longis, ½—¾‴ latis; la.: lg. = 1 : 6 — 7. Cf. p. 417.

Hab. Ind. orient. V. s. in h. Berol. (Hottonia. Ind. orient. sine indicatione collectoris); h. Hook. (Iheels, Hooker fil. et Thompson, forma transitum faciens ad var. longifoliam).

δ) gracilis, internodiis longioribus, usque ad 3″ longis, foliis ovalibus — lanceolato-linearibus, apice plerumque rectis vel recurvatis, plus minus attenuatis, 2—8‴ longis, ¾—1¾‴ latis; la. : lg. = 1 : 1½ — 8; verticillis 3, 5, 7, 8, rarius 2, 4 et 6 foliis. Cf. p. 379 ss. et p. 418.

Cauliniae sp. v. sp. nov. C. Spreng., Syst. veget. IV. II. p. 25.

Serpicula verticillata Rostkow et Schmidt, Fl. sed. p. 370. Homann, Fl. v. Pommern. III. p. 24.

Udora occidentalis Koch, Syn. 1837. Edit. I p. 669. Schmidt, Fl. v. Pommern u. Rügen p. 238. Bluff, Nees ab Esenbeck et Schauer, Comp. p. 724.

Udora lithuanica Reichenbach, Fl. exc. p. 139.

Udora pomeranica Reichenb. in Fl. exs. Germ. No. 2142; Icon. fl. Germ. et Helv. 1845. VII. p. 31, tab. 59. fig. 104.

Anacharis pomeranica Petermann, Fl. v. Deutschland. 1849. p. 529, tab. 82. fig. 650.

Hydr. dentata var. pomeranica Casp., Bot. Zeitg. 1853. p. 805.

Hab. Europa orient. et Ind. orient. V. v. e lacu Dammensi pr. Stettin a cl. Seehaus missam; v. s. in h. Lips. (e lacu Swinta pr. Wilnam, Besser); h. Hook. (Lahore, Thompson — Iheels, Bengal, Hooker fil. et Thompson, formam transitum ad η longifoliam facientem); h. Mus. Brit. (Ind. orient., Koenig); h. Deless. (h. Wallich No. 5048 lit. A, ex parte); h. soc. Lin. Lond. (h. Wallich l. c.).

ε) crispa, internodiis brevissimis, 1''' haud excendentibus, foliis ovalibus — lanceolato-linearibus, apice plerumque recurvatis vel subcircinato-revolutis, in acumen tenue productis, rarius rectis, breviter acuminatis, plerumque margine crispis, textura firmiori, 2—6''' longis, ¾—1''' latis, la.: lg. = 1 : 2 — 7; verticillis 3—5, saepius 4, rarius 6—7 foliis. Cf. p. 403 ss. et p. 418.

Udora verticillata Gorski (non Sprengel) in Eichwald Skizze von Lithauen. 1830. p. 127. Besser, Flora 1832. Beiblatt I. p. 12.

Hydora lithuanica Andrzejowski Ms. ex Besser l. c. Besser Ms. 1831 (in sched. spec. herb. univ. Lips.).

Udora lithuanica Besser Ms. ex Koch, Syn. 1837. Edit. I p. 669. Reichenb., Icon. 1845. VII. p. 31, tab. 59. fig. 106. v. Ledebour, Fl. ross. Fasc. XII p. 46.

Hydr. dentata ε lithuanica Casp. Ms.

Hab. Europa orient., Ind. orient. et China. V. s. plantam lithuanicam in h. Vindob. (Gorski), h. Reichenb. fil. (Gorski), h. univ. Lips. (Besser, Gorski), h. Jacq. Gay (Besser). — V. s. in h. Casp. (in lacu parvo Selment prope Lyck Borussiae orient. a cl. C. Sanio inventam, cf. Caspary, Botan. Zeitg. 1856. p. 899); in h. Hooker (Scinde, Lake Munchar, Stocks); h. Mus. Brit. (China, provincia Kianang, G. Staunton).

ζ) inconsistens, internodiis usque ad 22''' longis, brevibus longissima irregulariter sequentibus; foliis crispatis, apice sensim

attenuatis, magnitudine eodem in specimine valde diversis, 1—8‴ longis, ½‴ vel paulo plus latis, la. : lg. = 1 : 1 — 3½ — 8. Cf. p. 418.

Serpicula verticillata Willd. (ex parte) fide h. Willd. No. 17363 fol. 1 et 2.

Hab. Ind. orient., Ceylon. V. s. in h. Berol. (h. Willd.) et in h. Hook. (Ceylon, Thwaites C. P. 2309).

η) longifolia, internodiis modice longis, foliis longissimis, 2—10‴ longis („0,3—1,2″" Hassk.) et ⅓—¾‴ latis, la. : lg. = 1 : 3 — 20, apice sensim attenuatis, acutis. Cf. p. 420.

Hydrospondylus submersus Hassk., Flora 1842. Beiblatt II. p. 33. Endlicher, Gen. Suppl. III. p. 59.

Epigynanthus Blumei Hassk., Cat. hort. bot. Bogoriensis. 1844. p. 53.

Hydr. najadifolia Zoll. et Mor., system. Verzeichn. 1845 u. 46. p. 91. Zollinger, system. Verzeichn. 1854. p. 69. Miquel, Fl. Ind. Bat. 1856. III. p. 234.

Hydr. angustifolia Hassk., Pl. javan. 1848. p. 117. Blume, Mus. bot. Lugd. Batav. No. 6, 1. Junii 1849, p. 82. Chatin, l. c. p. 23, pl. 9. fig. 7—9.

Hab. Java, insula Lombok et Ceylon. V. s. Zoll. exs. No. 125, in h. Berol., Mus. Par., Deless. et Hook.: No. 2305 C. P. Ceylon, Thwaites.

Hydrillae sp. Zollingeri exc. No. 3380 e rivulo Lopok ins. Sumbawae, a Zollingero syst. Verz. 1854. p. 69 citatam haud vidi.

II. Gen. ELODEA.

Richard (ex Mém. de l'Institut l. c. p. 4 in Michaux, Fl. bor. amer. 1803. I. p. 20) ch. ref.

Elodes est nomen generis cujusdam Hypericinearum ab Adansonio (Fam. a. 1763. II. p. 444) datum, non Elodea, ut Nuttall (Genera of North-Americ. plants. II. p. 242) false asserit, hinc nomen „Elodes" Adans. generi illi, quod Nuttall Elodeam vocavit, restituendum. Pro nomine „Elodes" a cl. Spach 1836 (Suit. à Buff. V. p. 363) dato propono nomen „Tripentas". Elodea Jack (Hooker Journ. of bot. 1834. I. 371 ff.) synonyma est cum „Tridesmos" Hooker et Arnott (Bot. of Beach. voy. p. 172) secundum Hookerum (Journ. of bot. l. c. p. 372). Elodea Rich. et Anacharis Rich. idem genus formant, tamen nomen Elodeae nomini Anachareos praeferendum, quod primum a. 1803, secundum 1812 a Richardio datum. Qui nomen Elodeae Richardianum reiicit,

certissimas et ab omnibus agnoscendas leges, secundum quas nomina plantarum vel danda et retinenda vel reiicienda sunt, despicit reiicitque. Udora Nutt. Anachari synonyma a. 1818 a Nuttallio data et secundum reiiciendam pronunciationem anglicam verbi ὕδωρ et contra grammaticen formata. Udora Endl. Elodeae Rich. synonyma. Cf. p. 425.

Elodea et Anacharis Rich. in Michaux, Fl. bor. amer. l. c. 1803 et in Mém. de l'Institut l. c. 1812. p. 68 et 69.

Udora Nutt., Gen. of North-Americ. plants. 1818. II. p. 242 (ex parte) et aliorum.

Udora et Anacharis Endl., Gen. 1836—40. n. 1206 et 1207. Meisner, Gen. 1836—43. I. p. 366; II. p. 284. Chatin, Anat. comp. 1856. p. 24, 26.

Apalanche, Anacharis et Egeria Planch., Ann. et Mag. nat. hist. 1848. p. 47 ff.; Ann. d. sc. nat. 3e sér. tome XI. 1849. p. 73 ff.

Flores vel polygami, vel dioici, vel hermaphroditi, singuli — terni e spatha axillari, sessili, ovata vel lineari, tubulosa, ore bilobo, lobis deltoidibus erumpentes. Fl. masc. vel sessilis, tempore foecundationis solutus et libere natans, vel longe tubo calicis filiformi pedicellatus, non solutus. Sepala tria, ovalia; petala tria, subcircularia — ovato-oblonga; stamina 3, 6, 9 cum petalis et inter se alternantia. Antherae oblongae, filamento vel brevissimo, vel antheram 1—1½ longitudine superanti. Rudimenta stigmatum trium rariora. Fl. fem. germen inferum, oblongo-lineare, uniloculare, placentis parietalibus tribus; gemmulae 3—21, orthotropae (non „anatropae" Endl.), micropyle sursum versa, vel sessiles, vel funiculo brevi fultae, integumentis duobus (non „unico" Chat.). Tubus calicis elongatus, filiformis; sep. et pet. ut in fl. masc., tamen minora. Rudimenta filiformia staminum sterilium tria vel nulla. Stylus unus. Stigmata tria, linearia, apice incrassata, biloba vel emarginata. Fl. hermaphroditus ut femineus, tamen antheris 3, 6 (et ultra?). Fructus capsula (bacca?) „oblonga, subtrigona, cavitate simplici, oligosperma. Semina cylindrico-oblonga. Embryum exalbuminosum, rectum, inversum" (Rich.). — Herbae aquaticae, perennes, submersae. Caulis fasciculo centrali cellularum conductricum unico. Radices adventitiae filiformes, simplices, e nodis orientes. Folia deltoidea, ovalia, oblonga vel linearia, verticillata, sessilia, medio nervo unico e cellulis conductricibus formato, serrulata, serraturis minutis, rectis, antrorsum versis, cellula unica supra marginem prominentibus, vel rarissime dentata. Ad basin

ramorum folia basalia duo, lateralia, deltoidea, haud amplexicaulia. Stipulae binae, intrafoliaceae, minutae, haud coloratae, ovatae vel suborbiculares, integerrimae. Patria: America boreal. et austr. temperata et tropica. In Angliam, Scotiam et Hiberniam species boreali-americana immigravit.

Inquirendum de natura styli, quem autores vel cum perigonii tubo connatum (Endl., Bab., Hook. et Arnott) vel liberum (Humb. et Bonpl. in Elod. granat.) referunt. Inquirendum de speciebus flore hermaphrodito, num flores dioici et polygami exstent; de speciebus flore dioico, num flores hermaphroditi inveniantur; de floribus Elodeae canadensis, num aliis in regionibus tantum dioici, nec hermaphroditi (e. g. prope St. Louis), aliis in regionibus flores hermaphroditi, nec foeminei, nec masculi (e. g. prope New-York) reperiantur. Inquirendum tum de fructu fere omnium specierum et denique in plantis vivis de vasis spiralibus, quum mihi contigerit ea sub puncto vegetationis in Elodeae canadensis anglicae caule invenire.

1) **Elodea canadensis** Rich. ch. ref. Floribus polygamis; masculo antheris 9, in spatha uniflora ovata vel ovato-elliptica, sessili, tempore foecundationis soluto; flore hermaphrodito antheris 3, 6 (vel ultra?); petalis tribus, sepala tria longitudine subaequantibus vel paululum superantibus; antheris flavis; filamentis in fl. masc. saepius subnullis, in flore hermaphrodito antheram longitudine subaequantibus; stigmatibus petala fere bis superantibus; foliis lineari-lanceolatis, plus minus versus apicem attenuatis, acutis vel rotundato-acutis, 4—6''' longis, $\frac{1}{2}$—$\frac{3}{4}$''' latis, serrulatis, ternis, rarius quaternis; seriebus 2—4 marginalibus cellularum folii $1\frac{1}{2}$—2 longitudine cellulas disci superantibus et chlorophyllo pauperioribus. Cf. p. 425 ss.

Planta hermaphrodita (cf. p. 462):

Elodea canadensis Rich. in Mich. l. c. 1803 (Triandr. Monog.). Roem. et Schult., Lin. Syst. II. p. 874.

Serpicula occidentalis Pursh, Fl. Am. sept. 1814. I. p. 21 et 33.

Serpic. canadensis Eaton, Man. 1833. p. 336 (ex Darlington).

Hab. Amer. bor. V. s. in h. Mus. Par. (spec. orig. Michauxii in h. Mich. et Desfont.); in h. Vindob., Lips. et Mus. Par. plantam in Pensylvania pr. Bethlehem a Mosero lectam; in h. Jacq. Gay (Pensylvania, Lecha, Moser); in h. Lips. (Amer. bor., Schweinitz).

Planta dioica (cf. p. 465 ss.):

Serpicula verticillata Mühlenb., Catal. pl. Am. sept. 1813. p. 84, cum varietate B. angustifolia.

Udora canadensis Nutt., Gen. of North-Amer. plants. 1818. II.

p. 242 (Dioecia Enneandria). Beck, Bot. of north. and mid. states. 1833. p. 342. Darlington, Fl. cestrica. 1837. p. 570.

Udora verticillata (ex parte) Spreng., Lin. Syst. 1825. I. p. 170. Hooker, Fl. bor. amer. 1840. II. p. 193. Reichenbach, Icon. fl. Germ. et Helv. 1845. VII. tab. 59. fig. 105.

Udora verticillata (?) minor Engelmann Ms.

Udora occidentalis (ex parte) Koch, Syn. 1837. Edit. I p. 669. Bluff, Nees ab Esenbeck et Schauer, Comp. 1838. p. 724 et 725.

Anacharis Nuttallii Planch., Ann. and Mag. of nat. hist. II. ser. 1848. I. p. 85; Ann. d. sc. nat. 3e sér. 1849. XI. p. 74.

Anacharis Alsinastrum Babingt., Ann. and Mag. of nat. hist. II. ser. 1848. I. p. 85; Ann. d. sc. nat. 3e sér. 1849. XI. p. 66 ff.; Man. 1851. p. 304. Eng. Bot. Hooker and Arnott, Brit. Fl. 6. edit. 1850. p. 401. Marshall, the new waterweed. 1852.

Hab. Amer. bor. e. g. prope St. Louis et New-York: pl. foeminea in Angliam, Scotiam et Hiberniam immigravit. V. v. pl. anglicam mihi a cl. Edw. T. Bennett, Brockham Logde, Betchworth, Surrey missam et in hort. bot. Berol. cultam. V. s. in h. Hooker (Newyork, Torrey — Amer. bor., Goldie) et plantam ab Engelmanno prope St. Louis lectam in h. Al. Braun, in h. Berol. et Lips.

Planta polygama:

Udora canadensis Torrey, Fl. of the state of Newyork. 1843. II. p. 264.

Anacharis canadensis Asa Gray, Manual of the botany of the north. unit. states. 2. edit. 1856. p. 441.

Flores polygami nondum uno eodemque loco lecti.

? 2) **E. latifolia**. Foliis superioribus acutis, non acuminatis, oblongis, ternis, omnium Hydrillearum latissimis, $1\frac{1}{2}$—2''' latis, 3—$3\frac{1}{2}$''' longis, serrulatis; stipulis suborbicularibus, margine nonnullis cellulis brunnescentibus hemisphaerice prominentibus. Cf. p. 467.

Flores ignoti. An forma Elodeae canadensis?

V. s. in h. Vindob. et Lips. a Schweinitzio in Amer. bor. lectam.

? 3) **E. Schweinitzii**. Germine pedicellato, pedicello filiformi 5—7''' longo, ceterum ut Elodea canadensis. Cf. p. 468.

Apalanche Schweinitzii Planch. ll. cc. 1848 et 1849.

Imperfecte nota; veresimiliter forma Elodeae canadensis.

V. s. specimina orig. in h. Hook. a Schweinitzio in Amer. bor. (veresimiliter in Pensylvania pr. Bethlehem) lecta.

? 4) **E. Planchonii**. Flore masculo petalis nullis, sepalis tribus; herba Elodeae canadensis. Cf. p. 468.

Anacharis canadensis Planch. ll. cc. 1848 et 1849.

Anach. canad. Chat., Anat. comp. 1856. p. 25, veresimiliter ad Elodeam canadensem Rich. et Mich. pertinet; nam in herbariis Lutetiae Parisiorum Anach. canad. Planch. non vidi.

Imperfecte nota. An forma Elodeae canadensis?

Hab. Amer. bor. V. s. spec. orig. in h. Hook. asservata a Drummodio in Suskatshawan et a Cleghornio in Canada lecta.

5) **E. chilensis.** Floribus dioicis, masculo antheris 3, 6, 9 in spatha uniflora, tubuloso-cylindrica, usque ad 9''' longa, tubo perigonii longissimo (8—48''' longo) pedicellato, nec tempore foecundationis soluto; antheris flavis, subsessilibus, post emissionem pollinis petaloideo-expansis; stigmatibus petala fere duplo longitudine superantibus; foliis latioribus, oblongo-linearibus, apice rotundato-acutatis, usque ad 7''' longis et 1$\frac{3}{4}$''' latis, serrulatis, ternis, rarius quaternis, cellulis folii marginalibus longitudine fere illas disci aequantibus, etiam seriei extimae chlorophyllo haud omnino destitutis. Cf. p. 469.

Diplandra Potamogeton Bertero in Mercurio chileno (quo anno?) p. 612 (ex Cl. Gay).

Anacharis chilensis Planch. ll. cc. 1848 et 1849. Cl. Gay, Historia di Chili. 1849. V. p. 422. Chatin, Anat. comp. 1856. p. 24, pl. 10. fig. 1—3' (fig. 3' male).

Anach. Matthewsii Planch. ll. cc. 1848 et 1849 (fl. masc. stam. 9).

Hab. Amer. austr., Chili, Bolivia, Peru. V. s. spec. orig. Diplandrae Potamogetonis Bert. in Chili lectae in h. Berol. et Mus. Par. cum adnotationibus a Bertero conscriptis. — Chili, in incilibus prope Maypen et Colchagua, Cl. Gay cum adnotationibus in h. Mus. Par. — Bolivia, in lacu Titicaca, d'Orbigny h. Mus. Par. — Chili, Valparaiso, Cumming exs. No. 636 in h. Hook. et univ. Lips. — Peru, Prov. of Canta, Huamatanga, Aprili, A. Matthews exs. No. 581 (Anach. Matthewsii Planch. spec. orig.) in h. Hook.

? 6) **E. callitrichioides.** Antheris coerulescentibus, subsessilibus; foliis angustioribus, lineari-lanceolatis, acutiusculis vel acutis, subito in apicem contractis vel sensim attenuatis, usque ad 6''' longis, $\frac{1}{2}$—$\frac{2}{3}$''' latis, serrulatis; ceterum ut Elodea chilensis. Cf. p. 472.

Anacharis callitrichioides Rich., Mém. de l'Institut l. c. 1812. p. 7 cum icon. tab. 2. Planchon ll. cc. 1848 et 1849.

Imperfecte nota. An forma Elodeae chilensis?

Hab. Amer. austr. La Plata. V. s. spec. orig. Richardi in h.

Mus. Par. a Commersonio prope Buenos Ayres lecta. — La Plata, Tweedie, h. Hook.

7) **E. guyanensis** Rich., Mém. de l'Inst. l. c. 1812. p. 4 cum icon. tab. 1. — Flore hermaphrodito; spatha uniflora; petalis ¾—2 sepala longitudine superantibus; staminibus 3, filamentis linearibus, antheram longitudine aequantibus vel bis superantibus; stigmatibus petala haud aequantibus; foliis lineari-lanceolatis, versus apicem sensim attenuatis, accutissimis, 5½—10‴ longis, ½—⅔‴ latis, serrulatis, ternis — nonis. Cf. p. 472.

Elodea guyanensis Roem. et Schult., Lin. Syst. 1817. II. p. 874.

Udora brasiliensis Endl. et Mart., Fl. brasil. 1847. VII. p. 97.

Apalanche guyanensis Planch. ll. cc. 1848 et 1849.

Udora guyanensis Chat. l. c. p. 26, pl. 10. fig. 4—6.

Var. dicranoides, foliis singulis, binis, ternis, glaucescentibus, parvis, 2½—3‴ longis, ½‴ latis, appressis, internodiis brevissimis.

Apalanche guyanensis var. dicranoides Spr. in shed. No. 1991 exs. Brasil. 1851.

Hab. Amer. austr., Brasilia, Surinam, Guyana francog. et brit., Nova Granata. Var. in Brasil. septent. V. s. in h. Berol. (Brasilia, Sellow); h. Vindob. (Surinam, Splitgerber — Brasilia, Piauhy, Gardner exs. No. 2742 sub nomine Udorae brasiliensis Mart); h. Hook. (Brit. Guyana, Parker — Nova Granata, Cancana, La Paila, J. F. Holton); h. Mus. Par. (Brasilia, Tamandua, Aug. de St. Hilaire No. 307, 1591 et 1651 — Guyana francog., Leprieur); h. Deless. (Guyana francog., Cayenne, Leprieur sub nomine Hydrillae najadifoliae). Var. a Spruce Decbr. 1851 in Brasil. septent. inter Barcellos et San Gabriel secus fluvium Rio negro lecta in h. Mus. Par. et Hook.

?8) **E. granatensis** Humb. et Bonpl., Pl. aequin. 1809. II. p. 50 cum icon. — „Flore hermaphrodito, petalis bis vel ter sepala longitudine superantibus, antheris 3, filamento lineari, brevissimo" (ex Humb.); foliis ad basim rami sparsis, in parte superiori binis — ternis („ad basim rami quinis — septenis, in parte superiori quindenis — septendenis" fid. Humb.). Cf. p. 474.

Elodea granat. Humb., Bonpl. et Kunth, Syn. 1825. IV. p. 197.

Udora granat. Spreng., Lin. Syst. 1827. IV. II. p. 25. Reichenbach, Icon. fl. Germ. et Helv. 1845. VII. tab. 59.

Apalanche granat. Planch. ll. cc. 1848 et 1849.

Imperfecte nota; veresimiliter identica cum Elodea guyanensi.

Hab. Amer. austr., Nova Granata. V. s. spec. orig. in h. Berol. et spec. plura in h. Mus. Par.

? 9) **E. densa.** Floribus inter Elodeas maximis, masc. circa 11''' diametro, dioicis (?); spatha bi- — triflora; fl. masc. non solubili (?), staminibus 9, tubo calicis filiformi ad 15''' longo, petalis sepala bis et ultra superantibus, filamento antheram $1\frac{1}{2}$ superanti; antheris oblongis, post emissionem pollinis linearibus non petaloidibus; foliis plerumque quaternis, rarius quinis, lineari-lanceolatis, apice rotundato acutatis, serrulatis, $1—1\frac{1}{2}$''' latis, usque ad 7''' longis. Cf. p. 475.

Egeria densa Planch., Ann. d. sc. nat. 3e sér. 1849. XI. p. 80.

Fl. femineus ignotus.

Hab. Amer. austr. in ditione Platensi. V. s. spec. orig. prope Buenos Ayres a Tweedio lecta in h. Hook.

10) **E. Najas.** Floribus dioicis, spatha fl. masc. biflora; fl. masc. non solubili (?), staminibus 9, tubo perianthii filiformi $1—1\frac{1}{2}$''' longo, petalis sepala bis et ultra superantibus, filamentis et antheris ut in Elod. densa; foliis quaternis — quinis, $2\frac{1}{2}—4\frac{1}{2}$''' longis, $\frac{1}{3}—\frac{3}{4}$''' latis, lineari-lanceolatis, acutis, patentibus, apice saepius recurvis, margine crispis vel subcrispis, dentatis, dentibus 4 — 9 cellulis supra marginem prominentibus. Cf. p. 476.

Egeria Najas Planch., Ann. d. sc. nat. 1849. p. 80.

Anacharis Hilariana Casp., ms. in h. Mus. Par.

Hab. Brasil. orient. V. s. spec. orig. in h. Hook. a Gardner in Brasilia prope Minas Geraës lecta; in h. Mus. Par. specim. a cl. Aug. de St. Hilaire in Brasilia ad Capao prope Rio de San Francisco lect. Cat. num. 1840 cum annot.

Planta mihi dubia, quam non vidi, est:

Elodea orinoccensis Rich., Mém. de l'Instit. l. c. 1812. p. 75.

III. Gen. LAGAROSIPHON.

Harvey in Hooker Journ. of botany. 1842. IV. p. 230 cum icon. tab. 22.

Lagarosiphon Endl., Gen. Suppl. III. p. 59.

Hydrilla (ex parte) C. B. Presl, Abhdlg. d. k. böhm. Gesellsch. d. Wissensch. 1845. III. p. 542. Planchon (ex parte) Ann. d. sc. nat. 3e sér. 1849. XI. p. 79. Chatin (ex parte) Anat. comp. 1856. p. 23.

Udora (ex parte) Hochstetter 1841 in schedula pl. exs. Kotschyi it. Nubic. No. 170.

Flores dioici. Masc. Spatha sessilis, ovata, axillaris, solitaria, multiflora, floribus pedicellatis. Sepala tria, ovalia; petala tria, sepalis angustiora et breviora; stamina tria, sepalis opposita. Fila ananthera 3 (vel 2, vel 4), linearia, petalis opposita. Fem. Spatha

sessilis, axillaris, solitaria, oblonga, uniflora. Germen inferum, uniloculare, placentis tribus parietalibus, gemmulis 3—39, orthotropis, erectis, funiculis obliquis gemmulae longitudine fere aequantibus; integumenta duo. Tubus perianthii filiformis, elongatus. Sepala tria, ovata; petala tria eis paululum angustiora, ovata; fila anantherа 3 („6“ Harv., Endl.). Stigmata tria, filiformia bipartita. Fructus capsula ovata, membranacea, unilocularis, 3-—polysperma. Semina erecta, cylindrica, basi funiculo coriaceo-incrassato. Embryum exalbuminosum, rectum, extremitate radiculari supera (non „infera“ Harv., Endl.). Herbae aquaticae, submersae. Caulis ramosus, fasciculo centrali, cellularum conductricum unico, strato vaginali magis incrassato incluso. Vasa spiralia nulla (?). Folia sparsa, hinc inde duo vel tria eadem fere in altitudine posita, linearia, uninervia, dentata. Folia basalia ramorum duo vel tria membranacea in vaginam connata. Stipulae binae ovales, acutae, minutissimae, albidae, parenchymaticae, vasis et cellulis conductricibus destitutae, integerrimae vel apice papillis 3—4 brevibus. — Plantae Africanae.

1) **L. muscoides** Harvey l. c. — Foliis sensim attenuatis, acutissimis, serrulato-dentatis, 4—7½''' longis, ½''' latis; seriebus cellularum 4—5 marginalibus chlorophyllo destitutis; dentibus acutissimis, utrinque 43—62, angustis, curvatis et antrorsum versis, rarius rectis, cellula unica supra marginem folii prominentibus; internodiis ad 2''' longis, plerumque brevioribus; stipulis ovalibus, sensim in apicem attenuatis, intergerrimis; gemmulis 3—4. Cf. p. 477.

Hydrilla Dregeana Presl l. c.

Hydrilla muscoides Planchon l. c. Chatin l. c.

Hab. Caput bonae spei. V. s. in h. Berol., Vindob., Lips., Mus. Par., Deless., Hook. a Drege (exs. No. 2276c), Ecklon et Zeyher (exs. No. 1732) et Nerreaux collectum.

2) **L. cordofanus**. Foliis sensim attenuatis, acutissimis, dentatis, 6—11''' longis, ½''' latis, dentibus acutissimis, utrinque 34—44, 1—5, 6 cellulis supra marginem prominentibus, cellula apicali maxima curvata, elongata, antrorsum versa, angusta; stipulis ovatis, apice papillis 3—4 brevibus; internodiis ad 1¼''' longis, plerumque brevioribus; gemmulis 35—39. Cf. p. 479.

Udora cordofana Hochstetter l. c. Chatin l. c.

Hab. Ad montem cordofanum Arasch-Cool a Kotschy lectus. V. s. in Kotschy pl. exs. iter. nubic. No. 170 in h. Berol., Lips., Jacq. Gay et Deless.

Nachträge.

Zu Seite 440. Ich hatte seitdem Gelegenheit, im August 1857 abgeblühte Exemplare von Najas flexilis und Najas minor, die Professor Al. Braun aus dem parsteiner See bei Angermünde mitgebracht hatte, bei einem Aufenthalt in Berlin auf die Anwesenheit von Gefässen zu untersuchen. Bei Najas minor fand sich nirgend eine Spur eines Gefässes, so dass die Pflanze in der That gefässloss zu sein scheint; bei Najas flexilis dagegen fand ich auf dünnen Längsschnitten, die durch die Basis der weiblichen Blüthe gingen, im Grunde des Funiculus, jedoch nicht in seinem oberen Theil, eine wenig entwickelte Spur eines einzigen, sehr kurzen Gefässes; es wurde durch Anwendung von concentrirter Schwefelsäure, welche nur die Verdickungen übrig liess, besser sichtbar; diese bestanden selten aus ganzen Ringen, meist nur aus Stücken, die keinen ganzen Umlauf bildeten.

Zu Seite 443. Nachträglich ersehe ich, dass Schleiden (Handbuch der botan. Pharmacognosie. 1857. p. 71) den Gewebstheil, den ich Schutzscheide nenne, bei den Sarsaparille-Wurzeln mit dem Namen „Kernscheide" belegt hat. Diese Bezeichnung ist jedoch unpassend, indem das in Frage stehende Gewebe nicht bloss das ganze innere Gefässsystem mancher Stämme, für das die populäre Benennung „Kern" wohl benutzt werden mag, umgiebt, sondern oft auch einzelne Gefässbündel, z. B. bei den meisten Farrn sämmtliche einzelne zerstreute Gefässbündel und bei Cyperus alternifolius die, welche in die Blätter gehen, welche einzelnen Gefässbündel doch als „Kern" nicht bezeichnet werden können.

Zu Seite 482. Ich hatte zur Berichtigung der unhaltbaren Eintheilung der Hydrocharideen in Otteliaceen und Hydrocharideen, die Chatin vorgeschlagen hatte, an die société botanique de France einen kleinen Aufsatz geschickt, der mit wenigen Abänderungen das zusammenfasst, was ich in gegenwärtiger Arbeit (p. 482 ff.) über Chatin's Eintheilung gesagt habe. Der Aufsatz wurde am 13. Februar 1857 in der Versammlung der botanischen Gesellschaft von Frankreich verlesen (Bulletin de la soc. bot. de France. 1857. p. 98 ff.). Herr Chatin hat durch ihn und in Folge brieflicher Verhandlungen mit mir sich bewogen gesehen, die anatropen Saamenknospen von Hydrilla und den Unterschied dieser Gattung von Lagarosiphon anzuerkennen, aber nun Hydrilla von den Hydro-

Lagarosiphon sind in jeder Beziehung in Morphologie, Anatomie und Habitus im höchsten Grade verwandt, wie die ganze vorstehende Arbeit nachweist; dabei ist Hydrilla durch seine kleinen quirligen Blätter, sein ganz untergetauchtes Kraut, den langen fadenförmigen Stamm, die fast gleich langen Internodien, den Mangel an Stolonen, die zur Befruchtungszeit sich abtrennenden und herumschwimmenden männlichen Blüthen, das einfächrige Germen, die drei Stigmata der weiblichen Blüthen in jeder Beziehung so weit von Stratiotes und Enhalus mit den sehr langen, zerstreuten Blättern, dem zum Theil über Wasser befindlichen Kraut (Stratiotes, ob auch bei Enhalus?), dem kurzen, gestauchten Stamm, den Stolonen, den zur Befruchtungszeit sich nicht abtrennenden und nicht umherschwimmenden männlichen Blüthen, dem mehrfächrigen Germen, den sechs Stigmaten u. s. w. entfernt, dass man den allerwichtigsten und schlagendsten Grund erwarten muss, weshalb Herr Chatin Hydrilla von den nächsten Verwandten abtrennt und zu sehr entfernt stehenden Pflanzen bringt. Und was ist dieser Grund? — Herr Chatin giebt nicht die anatropen Saamenknospen von Hydrilla an, sondern es sei das von J. Geoffroy de St. Hilaire in der Zoologie geltend gemachte Princip „der parallelen Reihen", was auch in der Botanik, ja ganzen Naturgeschichte, Anwendung finde; um diesen Schematismus durchzuführen, wird Hydrilla von den nächsten Verwandten, Elodea und Lagarosiphon, abgerissen und unter die Enhaleen Chat. versetzt, denen jene Gattung ganz fern steht, damit sie hier mit Elodea und Lagarosiphon, die bei den Vallisnerieen Chat. in dieselbe Druckzeile mit ihr gesetzt sind, einen sogenannten Parallelismus bilde (Bull. de la soc. bot. de France. 1857. p. 161). Ein so rein willkürliches Verfahren bedarf weiter keiner Widerlegung. In solcher Weise kann man aus Allem Alles machen.

Wollte Herr Chatin als Grund für die Annäherung von Hydrilla an Stratiotes es geltend machen, dass beide anatrope Saamenknospen, dagegen Elodea und Lagarosiphon orthotrope haben, so ist dieser Grund eben so wenig hierfür, als für Abtrennung der beiden Familien der Otteliaceen und Hydrocharideen Chat. anzuerkennen. Orthotrope und anatrope Saamenknospen finden sich nämlich in mehreren Familien, ohne dass man deswegen diese zerreissen darf. Unter den Nymphäaceen hat Barclaya orthotrope Saamenknospen, wie ich mich in Kew mit Dr. Hooker zusammen überzeugt habe, alle anderen jedoch: Victoria, Euryale, Nymphaea,

Nuphar, Nelumbium und die Hydropeltideen anatrope Saamenknospen. Bei vielen Aroideen, Calla palustris z. B., ist die Saamenknospe anatrop, bei anderen orthotrop: Acorus Calamus, Arum maculatum, orientale, divaricatum, ternatum (Hofmeister, Embryobildung der Phanerogamen in Pringsheim's Jahrbüchern I. p. 148), bei noch anderen hemianatrop: Anthurium longifolium (Hofmeister l. c. p. 149). Ueberhaupt kann die Gestalt der Saamenknospen, die sehr mannigfach in mehreren Familien abändert, nicht in isolirter Weise zur Bildung neuer Familien oder Abtheilungen benutzt werden.

In Bezug auf die übrigen Punkte, in welchen Herr Chatin in seiner Entgegnung vom 27. Februar 1857 (l. c.) abweicht, füge ich noch Weniges hinzu. Herr Chatin behauptet fortgesetzt, dass die Saamenknospe von Vallisneria spiralis ein Integument, aus einer Zelllage bestehend, besitze. Um diese Ansicht zu widerlegen und wo möglich Herrn Chatin zu überzeugen, dass er Unrecht habe, schickte ich ein Präparat der Saamenknospen von Vallisneria spiralis, welche zuerst mit Kali behandelt und dadurch durchsichtig gemacht waren und in Zuckerlösung aufbewahrt wurden, nach Paris, und Herr Edouard Prillieux hat am 13. November 1857 die Güte gehabt, es in der Versammlung der botanischen Gesellschaft von Frankreich vorzuzeigen. Die sachverständigen Anwesenden, unter anderen die Herren Ad. Brogniart, P. Duchartre, Trecul, haben sich von der Anwesenheit zweier Integumente, deren jedes aus zwei Zelllagen besteht, überzeugt.

Herr Chatin bestreitet (l. c. p. 159) die von mir angeführte Beobachtung, dass das Integument keiner Pflanze nur aus einer Zelllage bestände, sondern mindestens aus zwei, indem er sich auf die Saamenknospen des Weizens und der Hypopitys beruft, in Bezug auf welche beiden Pflanzen respective Trecul (Compt. rend. de l'Acad. des sc. XLIV. p. 449) und Duchartre (Revue botan. II. p. 16) angeben, dass die Integumente (2 beim Weizen und 1 bei Hypopitys) nur aus einer Zelllage beständen. Die Entgegnung des Herrn Chatin ist mir erst in so später Jahreszeit zugekommen, dass ich weder Weizen noch Hypopitys mehr untersuchen konnte, aber von Monotropa Hypopitys bilden sowohl Hofmeister (Entstehung des Embryo. 1849. Taf. XII. Fig. 1, 4—8, 11) als auch Schacht (Entwicklungsgesch. des Pflanzenembryon. 1850. Taf. XXI. Fig. 1 u. 7) das einzige Integument der Saamenknospe mit zwei Zelllagen ab, und Hofmeister (l. c.

p. 34) sagt ausdrücklich: „Das anatrope Eichen von Monotropa besitzt nur ein Integument, eine Doppellage von Zellen.“ Auch schreibt mir Dr. W. Hofmeister unter dem 4. November 1857 in Bezug auf Triticum, dass die beiden Integumente aus wenigen (zwei bis drei) Zelllagen gebildet seien. In demselben Briefe fügt Dr. Hofmeister, der in diesem Gebiet wohl die meisten Beobachtungen zu machen Gelegenheit hatte, hinzu, dass „ihm kein Fall bekannt sei, in welchem ein Integument nur aus einer Zelllage normaler Weise besteht, nur als Abnormität sei ihm dies bei Orchis militaris vorgekommen“. Diese Abnormität ist abgebildet in Hofmeister's Entstehung des Embryo Taf. II. Fig. 4 (vergl. dazu die Erklärung l. c. p. 70) und copirt in Mohl: vegetab. Zelle Taf. I. Fig. 14.

Ich bemerke noch, dass die Saamen von Stratiotes aloides eine oberste, farblose, sehr dicke, höchst vergängliche Zellenschicht haben, die aus sehr hohen Zellen besteht, welche schöne spiralige Verdickungen haben. Dass Hydrocharis einen ähnlichen Bau in der entsprechenden Zelllage hat, ist längst bekannt, aber von Stratiotes finde ich die angegebene Beschaffenheit nirgend erwähnt, und doch sind die Spiralzellen von Stratiotes viel schöner als die von Hydrocharis und wohl die schönsten, die man der Art sehen kann.

Erklärung der Figuren.

Taf. XXV.

(Die in Parenthese stehenden Zahlen bezeichnen die Seite, auf welcher von der Figur die Rede ist.)

Hydrilla verticillata.

Fig. 1. Umriss der Terminalknospe, die [illegible] ist, um die Zellen deutlich erkennen zu lassen. ([illegible])

Fig. 2. Ein sehr junges Blatt im Profil, welches bei a 2 Zellen zeigt. ([illegible])

Fig. 3. Etwas älteres Blatt. ([illegible])

Fig. 4. Noch älteres Blatt; d. Anfang des Zahnes der Spitze. ([illegible])

Fig. 5. Entwickelteres Blatt, dessen Zähne sich schon in [illegible] Reihe am Rande zu zeigen anfangen; ml. Mittelrippe. ([illegible])

Fig. 6. Zellen der Spitze des Blattes Fig. 5 bei C. ([illegible])

Fig. 7. Zellen der Basis des Blattes Fig. 5 bei D. ([illegible])

Fig. 8. Blattquerschnitt; c, Leitzellenbündel; a, a, a u. s. w., Intercellulargänge. ([illegible])

Fig. 9. Erwachsenes Blatt; ml. Leitzellenbündel; a, a, [illegible] ([illegible])

Fig. 56. Sehr junger Blattzustand. Die Spitzenzelle hat sich kürzlich in 2 Zellen (b, b') getheilt. Im Umfang cde sind 8 Zellen da und im Durchmesser ce 7. (455)

Fig. 57. Etwas älteres Blatt. Im Umfang cde sind 11 Zellen da, im Durchmesser ce 8. (456)

Fig. 58. Noch älteres Blatt mit 16 Zellen im Umfang cde und 12 im Durchmesser ce. (456)

Fig. 59. Querschnitt des Stammes; a, centraler Canal; b, Leitzellenbündel; c, Schutzscheide. (439)

Fig. 60. Die Schutzscheide stärker als in Fig. 59 vergrössert. Bei a, a, a, a zwischen der Seitenwand der Zellen der Schutzscheide eine Lücke. (441)

Fig. 61. Querschnitt einer Stipula, um zu zeigen, dass sie aus 2 Zelllagen besteht. (460)

Fig. 62. Längsdurchschnitt eines Stammes, 1''' unter der Terminalknospe; abcd, Umriss des Gewebes, welches durch concentrirte Schwefelsäure bis auf die Cuticula und die Gefässe a, a' und a'' verzehrt ist; B und B', Blattbasen. (440)

Fig. 63. Querschnitt des Stammes, etwa 1''' unter der Terminalknospe, gerade durch den Ursprung von 3 Blättern; a, das centrale Gefäss; g, g', g'', die 3 Gefässe, die nach den Blättern gehen; b, Leitzellenbündel. Der Schnitt ist durch den untersten Theil der Basis der 3 Blätter, denen die Gefässe g, g', g'' angehören, gegangen. (440)

Fig. 63 A. Verdickungen der Gefässe von Elodea canadensis, isolirt durch concentrirte Schwefelsäure, die das übrige Gewebe zerstört hatte. Das Stück a zeigt eine Andeutung einer Spirale, die jedoch nicht deutlich ist. (439)

Taf. XXIX.

Elodea guyanensis Rich.

Fig. 64. Blatt mit den beiden Nebenblättchen a und b. (473)

Fig. 65. Schema des Astursprungs; a, Axe ersten, b, zweiten Grades, welche in der Achsel des Blattes e entspringt und die beiden basalen, seitlichen Blättchen e, d an ihrem Ursprunge trägt. (473)

Fig. 66. Eine aufrechte, orthotrope Saamenknospe mit 2 Integumenten und langem Funiculus. (473)

Fig. 67. Ein aufgeschnittenes Germen mit 3 Placenten und 19 orthotropen Saamenknospen. (473)

Fig. 68. Stipula. (473)

Elodea latifolia Casp.

Fig. 69. Fast kreisrunde Stipula mit einigen halbkuglig über den Rand hervorragenden Zellen. (467)

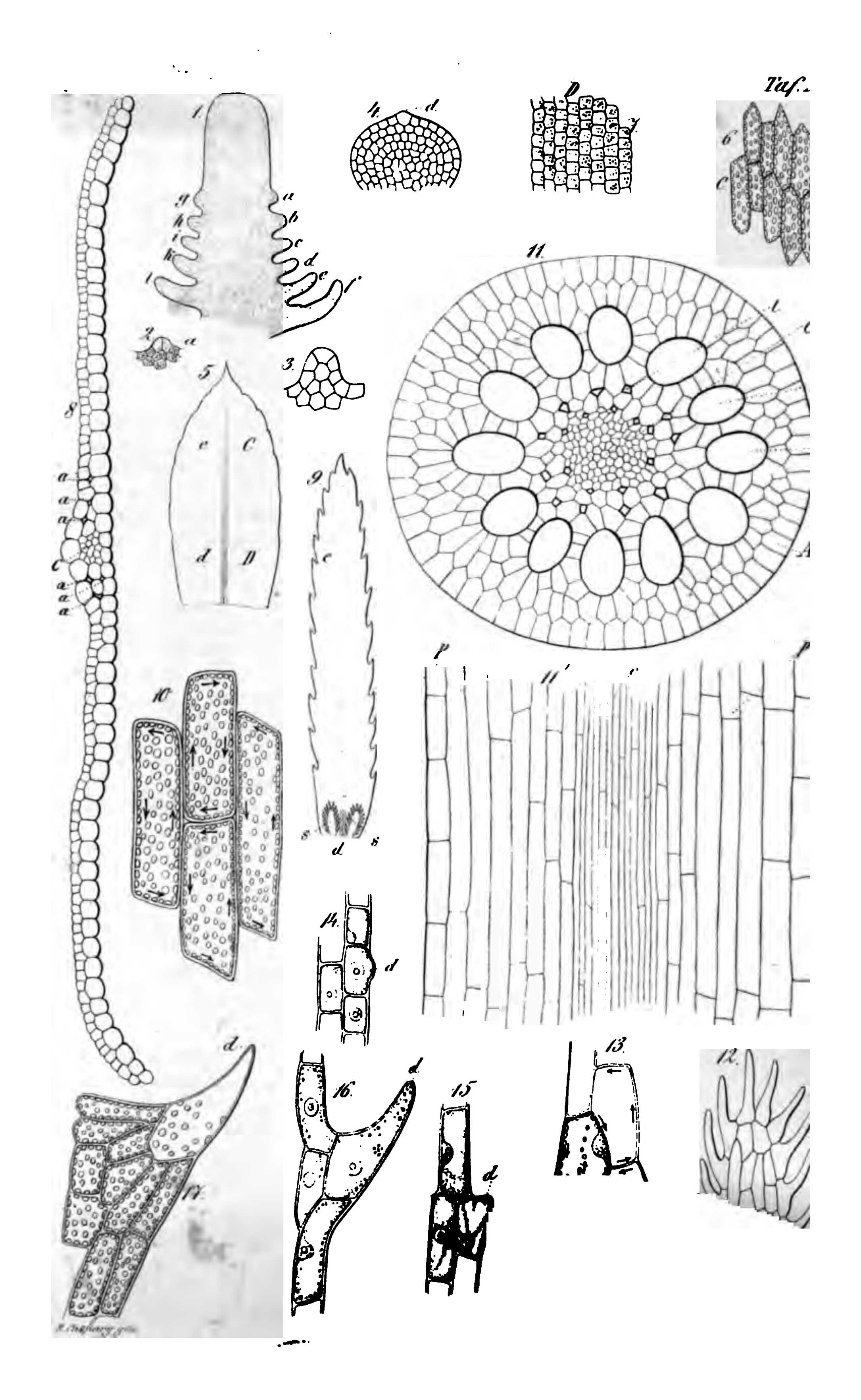
Elodea canadensis Rich. ch. ref. (von St. Louis, von Engelmann gesammelt).

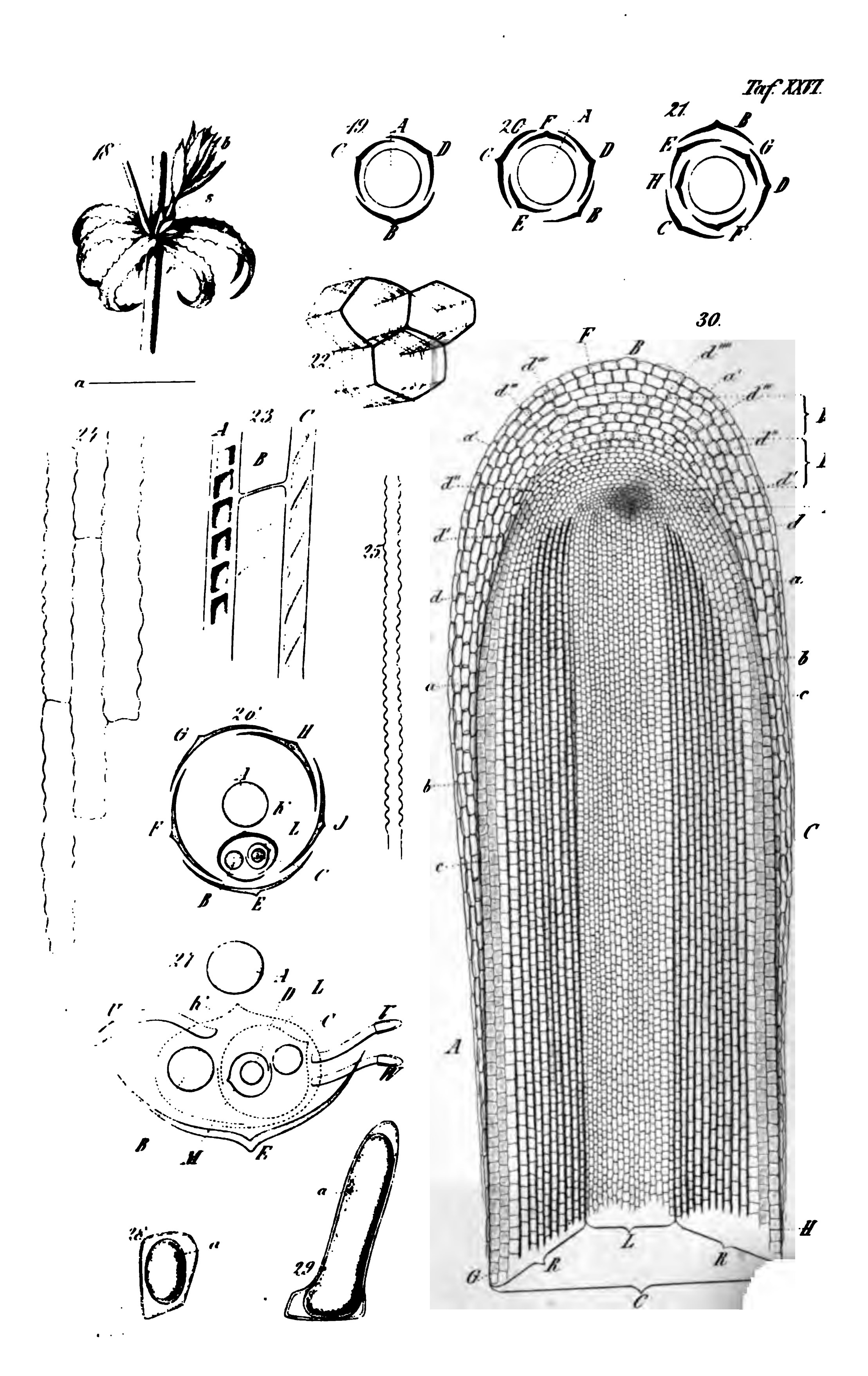
Fig. 70. Schema der männlichen Blüthe nach Engelmann; 3 Sepala, 3 Petala, 9 Stamina. (466)

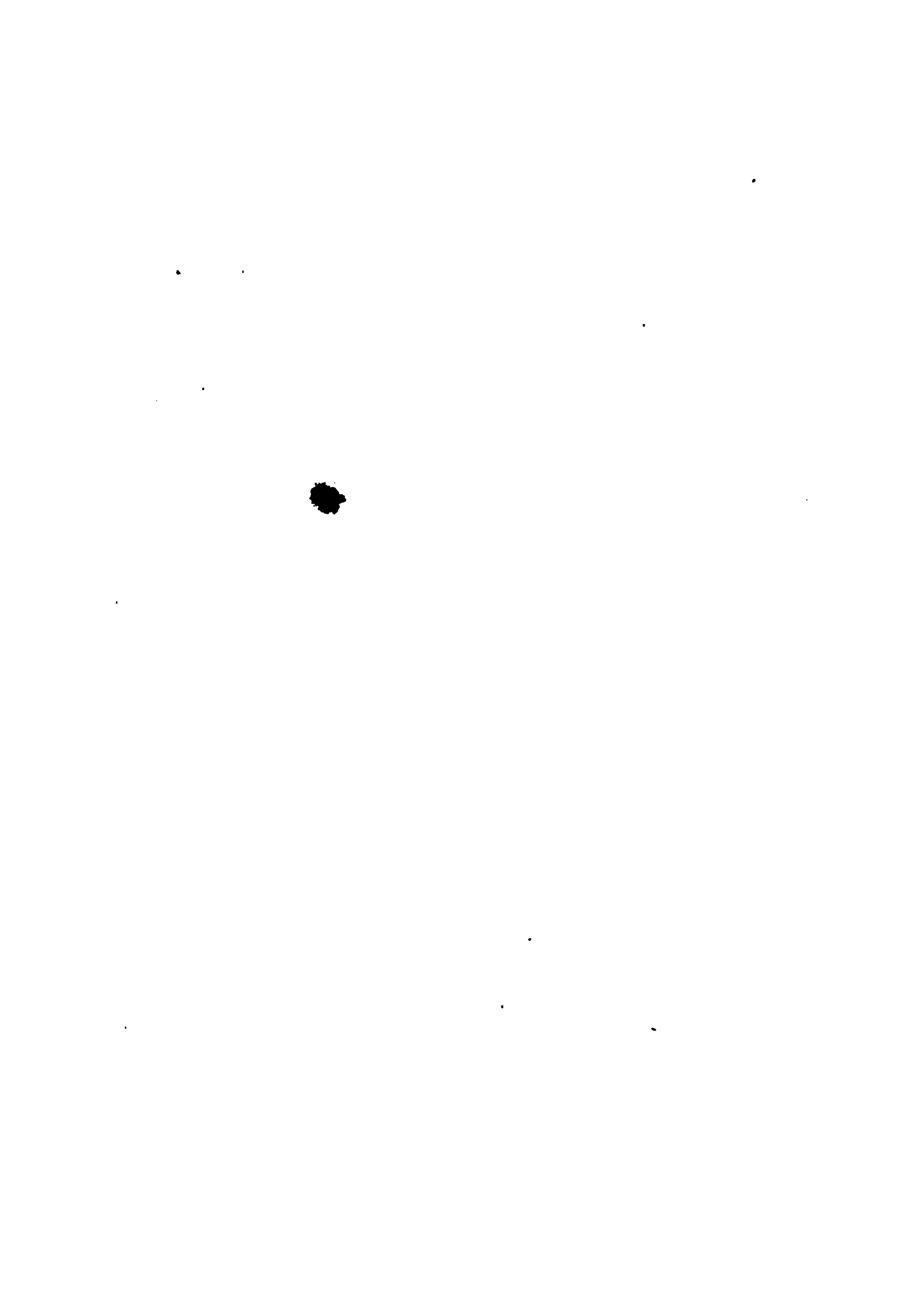
Fig. 71. Schema der weiblichen Blüthe; 3 Sepala, 3 Fetala, 6 Stamina. (466)

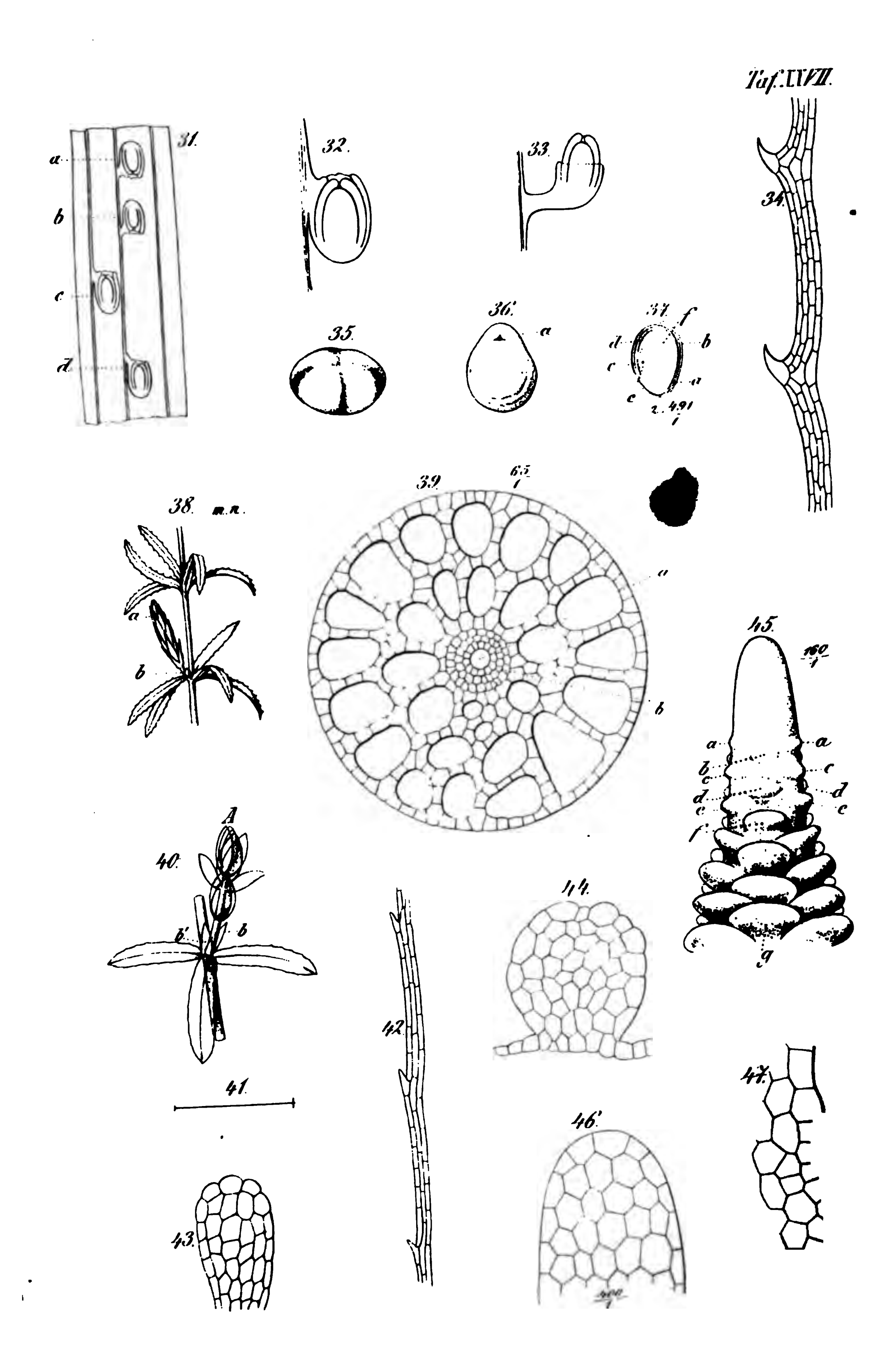
Fig. 72. Aufgeschnittenes Germen mit 3 Placenten und 3 Saamenknospen, welche orthotrop sind und einen langen Funiculus haben. (466)

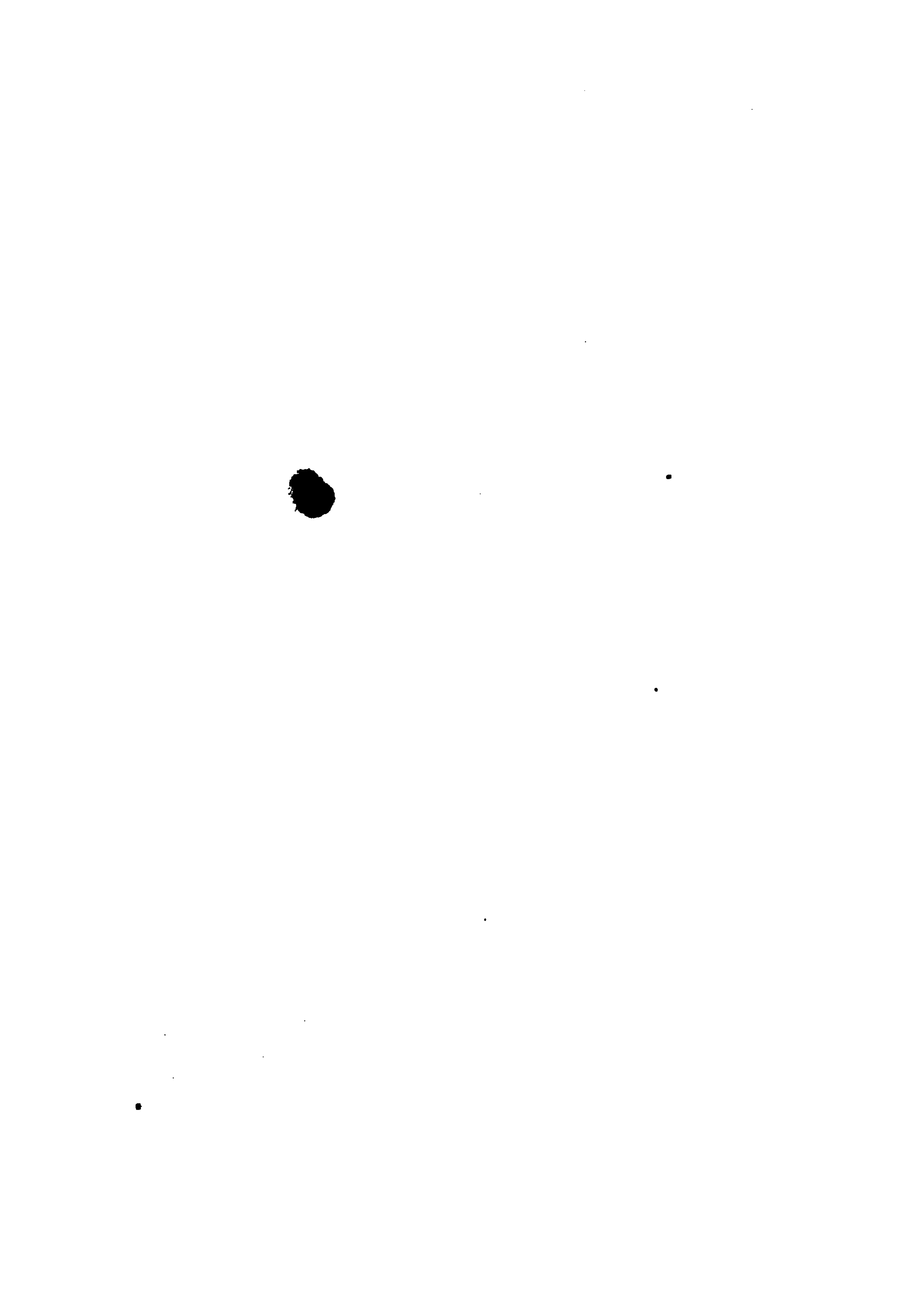
Fig. 73. Spatha der männlichen Blüthe. (466)

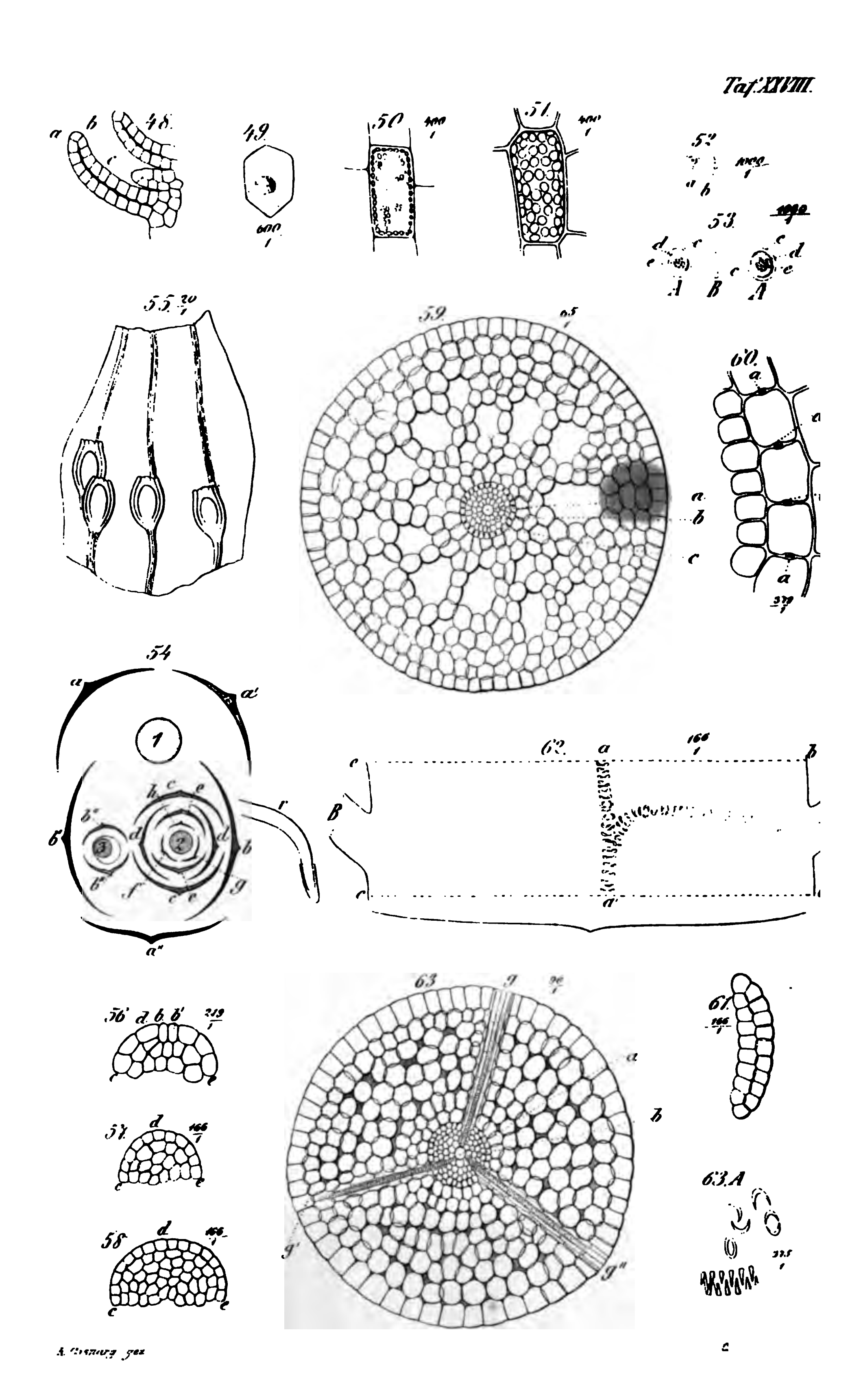

Taf.

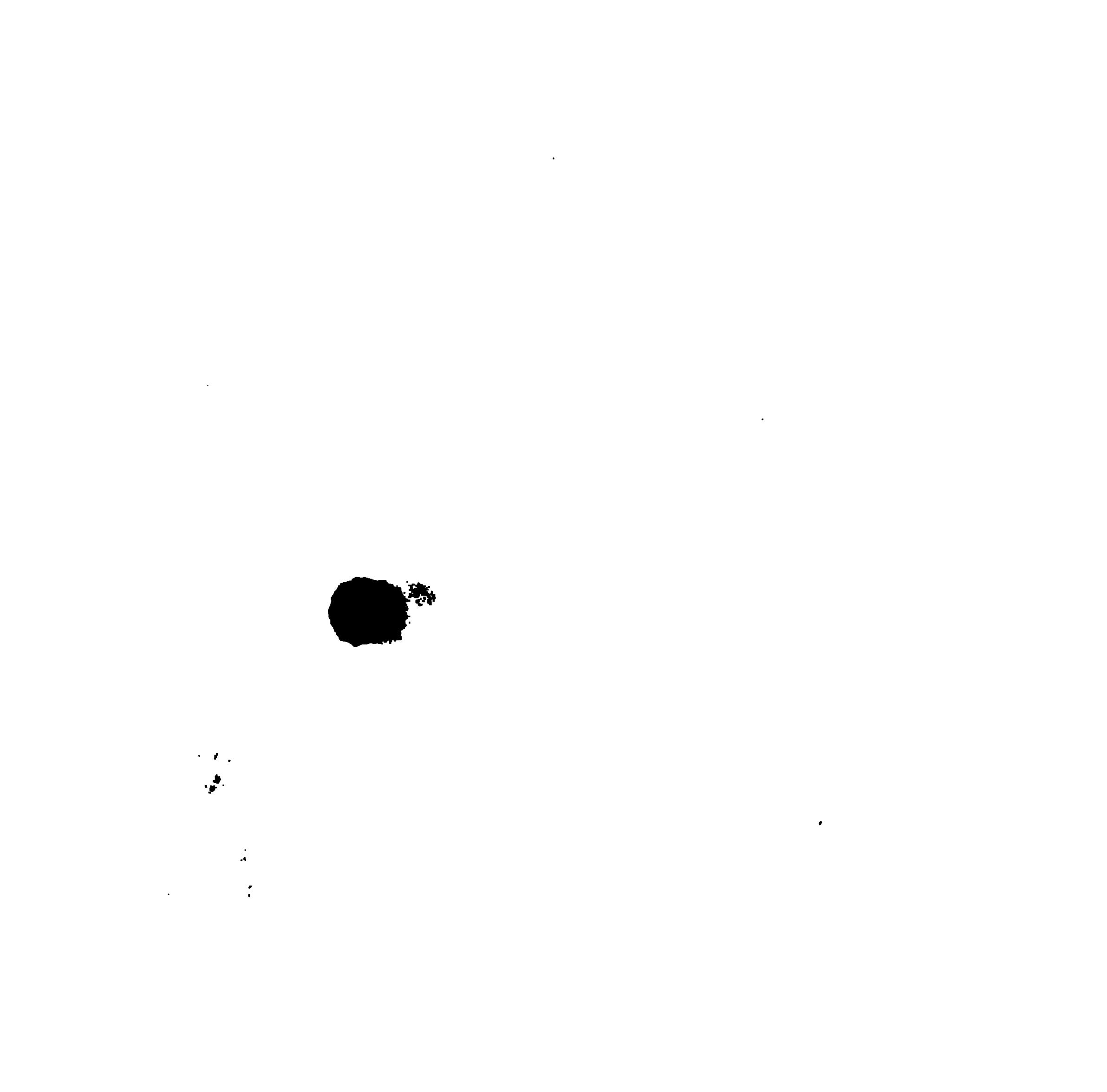

Taf. XXVI.
30.




Taf. XXVII.
31.
32.
33.
34.
35.
36.
37.
38. n.n.
39.
40.
41.
42.
43.
44.
45.
46.
47.







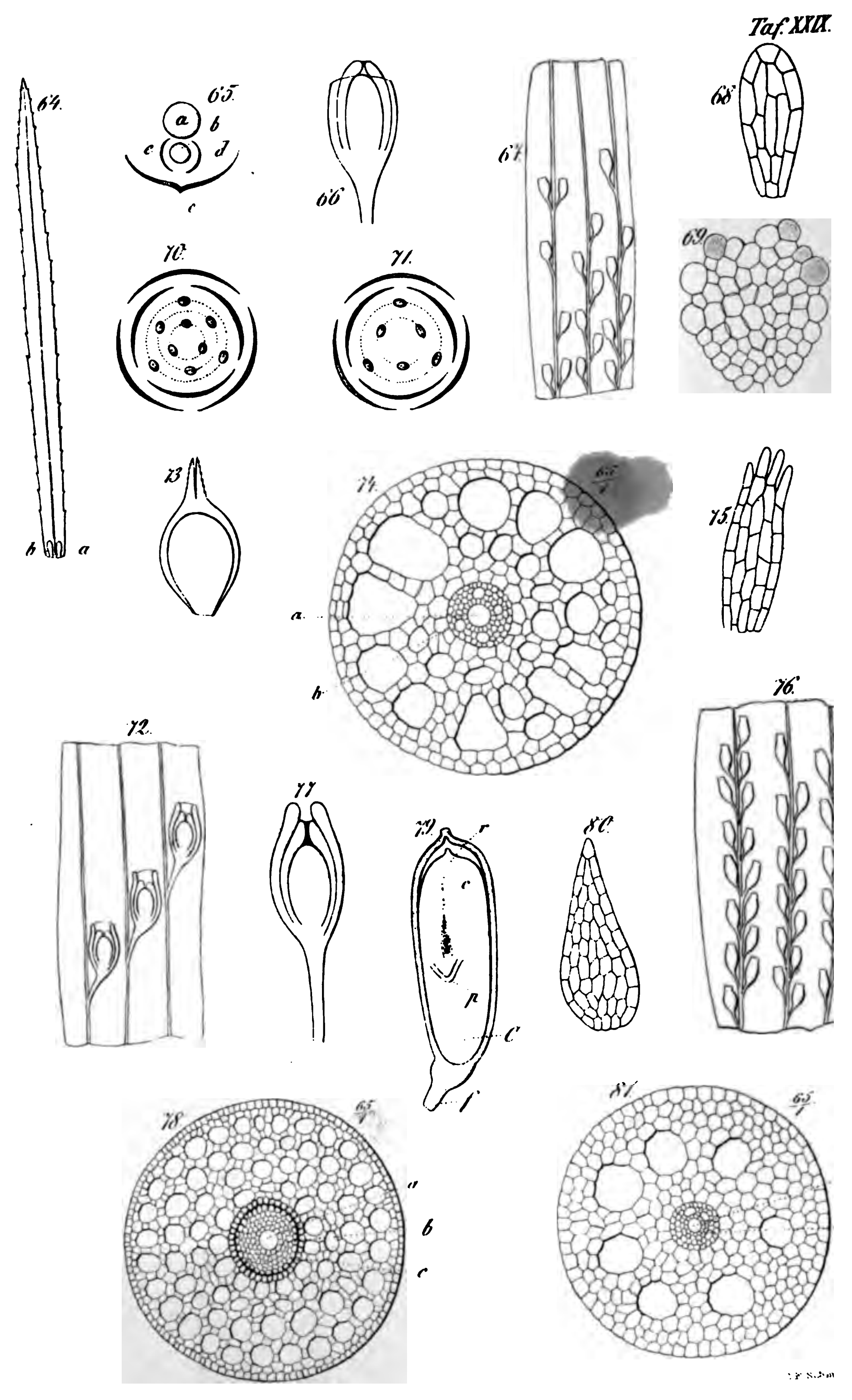

Taf. XXIX.
64.
65.
66.
67.
68.
69.
70.
71.
72.
73.
74.
75.
76.
77.
78.
79.
80.
81.



Fig. 74. Querschnitt des Stammes mit 2 unregelmässigen Kreisen von Luftgängen; a, centraler Canal; b, Leitzellenbündel. (465)

Lagarosiphon cordofanus.

Fig. 75. Stipula, welche auf dem oberen Rande 4 papillös ausgezogene Zellen hat. (480)

Fig. 76. Der Länge nach aufgeschnittenes Germen mit 3 Placenten und 39 orthotropen, aufrechten Saamenknospen, die einen langen Funiculus haben. (480)

Fig. 77. Eine Saamenknospe mit 2 Integumenten. (480)

Fig. 78. Querschnitt des Stammes mit 4 Kreisen von Luftgängen; a, centraler Canal; b, Leitzellenbündel; c, die stärker verdickte Schutzscheide. (480)

Lagarosiphon muscoides Harv.

Fig. 79. Durchschnitt des Saamens; f, Funiculus; p, Plumula; c, Anlage des Leitzellenbündels; C, Cotyledon; r, Radicula. (478)

Fig. 80. Stipula. (478)

Elodea canadensis Mich.

Fig. 81. Querschnitt des Stammes mit einem Kreise [illegible]ftgängen in der Rinde; a, centraler Canal; b, Leitzellenbündel. (464)

Einige Worte über die Bastardbildungen in der Gattung Aegilops

von

Johannes Grönland.



Die Bastarderzeugungen im Pflanzenreiche haben mit Recht schon seit langer Zeit die Aufmerksamkeit der Naturforscher auf sich gezogen. Die Wichtigkeit genauer Kenntnisse in diesem Punkte ist eben so bedeutend für die practische Anwendung der Botanik auf die Cultur, als für die sichere Feststellung der Begriffe von Species und Varietät der Pflanzen.

Es ist nicht meine Absicht, diese kurze Notiz durch einen historischen Abriss der Forschungen in dieser Richtung einzuleiten. Ich beschränke mich hier lediglich darauf, eine kurze Uebersicht der Arbeiten zu geben, welche bis jetzt speciel denselben Gegenstand behandelten, von dem ich hier zu sprechen habe, ohne die Untersuchungen im Gesammtgebiete der Bastardbildungen diesmal näher beleuchten zu wollen.

Der Zweck dieser Zeilen ist nämlich, dem botanischen Publicum Rechenschaft abzulegen über eine Reihe von Experimenten, welche ich Gelegenheit hatte, seit dem Jahre 1855 über die Hybridation verschiedener Arten von Aegilops mit verschiedenen Arten von Triticum anzustellen.

Wenn unsere Kenntniss von den Gesetzen der Bastardbildungen, von den Gränzen gegenseitigen Einflusses zweier Pflanzen, welche durch Kreuzung ein neues Individuum gebildet haben, von der Natur und der Reproductionsfähigkeit dieser neuen Pflanze bis jetzt noch so verworren und so wenig festgestellt ist, so, glaube ich, müssen wir diesen langsamen Fortschritt unserer Kenntnisse

in einer Frage, die schon seit über ein Jahrhundert in der Wissenschaft angeregt wurde, hauptsächlich der Art und Weise zuschreiben, wie die Versuche hinsichtlich dieser Frage angestellt wurden.

Das Experiment ist der Gegensatz von der Hypothese. Wenn wir uns an einen Versuch setzen, so müssen wir uns bescheiden, von dem Resultat desselben im Voraus Nichts glauben und Nichts wissen zu wollen. Ein jedes Experimentiren mit einer vorgefassten Idee, ausgehend von einer im Voraus gebauten Theorie, trägt, selbst bei dem gründlichsten Beobachten und bei dem ehrlichsten Willen des Forschers, den Keim einer irrigen Auslegung des Beobachteten in sich. Die Geschichte der Wissenschaft ist voll von Beispielen verschwendeten Scharfsinns der bedeutendsten Beobachter, die sich von ihren Theorien zu falschen Auslegungen hinreissen liessen. Es ist freilich nicht zu leugnen, dass es nicht immer leicht ist, ganz neutral und kalt zu bleiben, wenn man sich mit lebhaftem Interesse an einen Versuch setzt, dessen Endresultat eine gewisse Wichtigkeit hat; und es mag manchem Fragenden eigenthümlich erscheinen, wenn ein seit Jahren Experimentirender auf die Frage um seine Meinung mit einem „ich weiss nicht" antwortet. Es ist aber nur zu gewiss, dass ein zu vorschnelles Wissen oder Glauben die Feststellung der Thatsache und den Fortschritt der Wissenschaft oft gar sehr verzögert haben.

Ein anderer Grund der Verworrenheit unserer Kenntnisse liegt, meiner Meinung nach, darin, dass man nicht immer genugsam die Frage, die man sich stellte, begränzt und in ihre einzelnen Elemente zerlegt hat. Wenn ich mir die Frage stelle, ob zwei Pflanzen durch Kreuzung einen Bastard zu bilden im Stande sind? ob dieser Bastard reproductionsfähig ist und welches die Resultate seiner Reproduction sein werden? so will ich einstweilen durchaus nichts Weiteres durch meinen Versuch lernen. Warum die Bastardpflanze steril ist? ob dies von der Unzulänglichkeit des Pollens oder der Narbe herrühre? und ob die hybride Pflanze durch einen ihrer Aeltern und durch welchen befruchtbar sei? ist eine ganz andere Frage, die mit der ersten Nichts zu thun hat und deren Beantwortung durchaus vor der Hand Nichts mit meinem Experiment zu schaffen hat, ja die ich selbst nicht, ohne Gefahr zu laufen, meinen ersten Versuch unnöthig zu compliciren und möglicherweise zu verwirren, mit diesem vereinen darf. Ueberdies kann im Grunde dieser zweite Theil der Frage erst dann mit Erfolg beantwortet werden, wenn sichere Resultate über den ersten vorliegen, denn

handelte, hatte sich Godron jedenfalls etwas übereilt. Seine Pflanze, obgleich ähnlich der Fabre'schen, konnte ihm den merkwürdigsten Charakter, der bis jetzt gänzlich unbekannt an Bastardpflanzen war, nämlich die jahrelange Reproduction der intermediären Pflanze und ihre vollkommene Fruchtbarkeit, welche thatsächlich an Fabre's Pflanzen seit einer Reihe von mehr als zwölf Generationen beobachtet worden war, nicht zeigen. Leider glaubte Godron durch seinen Versuch genugsam seine Ansicht bewiesen zu haben und bewahrte seine gewonnenen Bastardpflanzen im Herbar statt sie wieder auszusäen. Somit beendete er sein Experiment eben da, wo es gerade, meiner Meinung nach, hätte recht anfangen sollen.

So standen die Sachen, als ich im Sommer 1855, aufgefordert von den Herren J. Gay und Louis Vilmarin, und im Verein mit Letzterem die Versuche der künstlichen Befruchtung der Aegilops anfing. — Die Frage, welche wir uns stellten, war diese: Ist es möglich, durch künstliche Befruchtung der Aegilops mittelst Triticum intermediäre Pflanzen zu erzielen, welche reproductionsfähig sind und ihren gemischten Charakter in späteren Generationen unverändert bewahren?, wie dies bei derjenigen Pflanze der Fall ist, welche aus den von Fabre vertheilten Samen entstanden ist. Mir scheint diese Frage darum sehr wichtig, weil mit ihrer Beantwortung die Fassung des Speciesbegriffs aufs Genaueste zusammenhängt. Denn vorausgesetzt, dass bewiesen wäre, die Fabre'sche Pflanze sei wirklich ein Bastard, so wäre ja bei der nicht zu leugnenden sehr grossen Verschiedenheit dieser Pflanze einerseits von dem Aegilops ovata, anderseits von dem Weizen, wenn dieselbe unter anderen Umständen angetroffen wäre, die der Controlle der Menschen entgangen sein könnten, durchaus nicht nachzuweisen, dass dieselbe nicht eine eigenthümliche Species sei. Die ziemlich allgemein verbreitete Ansicht, dass die Natur keine neue Species mehr schaffe, ist ein Glaubensartikel in der Wissenschaft, welcher, wie mir scheint, fallen müsste, sobald jene Frage eine bejahende Antwort erhalten hätte.

Die schon etwas vorgerückte Jahreszeit, als wir unsere ersten Versuche anstellten (es war am 27. Juli), der Mangel an den nöthigen Vorbereitungen zu dieser Arbeit und der Umstand, dass die zu befruchtenden Pflanzen erst umgepflanzt werden mussten, liessen im Voraus nur auf geringen Erfolg für dieses Jahr schliessen. Mein Verfahren bei der Operation war dem von Godron angegebenen gleich. Ich entfernte mittelst einer Pincette aus den

Blüthen, von denen ich nur die zwei äussersten des untersten Aehrchens einer Pflanze befruchtete, die Antheren, welche ich durch Antheren verschiedener Weizen-Arten ersetzte. Nach der Reife der künstlich befruchteten Aehren wurden diese einzeln aufbewahrt; zum Herbste wurde jede in einen einzelnen Topf ausgesäet und den Winter über an einem vor dem Froste geschützten Orte aufbewahrt.

Wir erhielten von sieben Pflanzen, welche von unseren Samen aufgegangen waren, nur einen wirklichen Bastard, der gänzlich unfruchtbar war. Ueber denselben und die Resultate des Jahres 1856 wurde von uns in der Société botanique de France Bericht abgestattet*). Um fürs nächste Jahr auf grösseren Erfolg rechnen zu können, befruchtete ich diesmal nicht weniger als 350 Blüthen, theils von Aegilops ovata, theils von Aegilops ventricosa Tausch. Da ich meine Versuche in Gemeinschaft mit Vilmarin anstellte, welcher sich seit einer langen Reihe von Jahren mit Culturversuchen der Cerealien beschäftigt und zu dem Ende jährlich eine grosse Anzahl verschiedener Arten und Varietäten von Weizen in seinem Etablissement zu Verrières bei Paris anbaut, so war es mir möglich, die verschiedensten Arten von Weizen bei meinen Operationen anzuwenden. Ich hielt dabei ein genaues Register über meine Pflanzen, welches jeden Irrthum und jede Verwechselung unmöglich machte. Die Operation wurde wie im vorigen Jahre angestellt, und schon vor Ende des Jahres hatten 140 dieser neugewonnenen Samen gekeimt. Doch von dieser grossen Anzahl waren nur 10 wirkliche Bastarde.

Ehe ich zur Beschreibung dieser Pflanzen übergehe, sei es mir erlaubt, mit einigen Worten der Ansichten zu erwähnen, welche von verschiedenen Seiten über die Aegilops-Angelegenheit geltend gemacht worden sind. Bei Gelegenheit einer Arbeit über den Ursprung der verschiedenen Varietäten und Arten der Fruchtbäume**) hatte Jordan in Lyon sich über die Fabre'sche Pflanze, welche er damals nicht von dem Aegilops triticoides Req. unterschied, dahin geäussert, dass dieselbe keineswegs, wie Dunal und Fabre behaupteten, eine Modification von Aegilops ovata, sondern eine sehr deutlich begränzte eigenthümliche Art sei. In Folge der

*) Louis Vilmarin et Johannes Grönland, Note sur l'hybridation du genre Aegilops. Séance du 26 Décembre 1856. Bull. de la soc. bot. de France.

**) De l'origine des diverses variétés ou espéces d'arbres fruitiers et autres végétaux généralement cultivés pour les besoins de l'homme. Paris 1853.

Godron'schen Experimente modificirte Jordan*) seine Ansicht dahin, dass der Aegilops triticoides Req., d. h. die Pflanze, welche man dann und wann an Ackerrändern im südlichen Frankreich finde, und welche Requien vor Augen gehabt hatte, wesentlich von derjenigen verschieden sei, welche Fabre in mehr als zwölfjähriger Reproduction cultivirt habe; dass es sich hier also um zwei ganz verschiedene Pflanzen handle, die von Godron und Fabre verwechselt worden seien, deren eine, der Aegilops triticoides Req., eine Modification von Aegilops ovata, vielleicht ein Bastard sei, dass diese Pflanze aber durchaus nicht reproductionsfähig sei. Die von Fabre cultivirte Pflanze, welche wahrscheinlich bisher nur übersehen worden sei, und als deren Heimath Jordan den Orient vermuthet, sei dagegen eine eigene Species, der er den Namen Aegilops speltaeformis giebt. Obgleich er glaubt, diese Ansicht durch die genaue Analyse der beiden Pflanzen ziemlich fest begründen zu können, so ist doch die Unveränderlichkeit der Pflanze in ihren verschiedenen auf einander folgenden Generationen und ihre vollkommene Fruchtbarkeit sein Haupt-Kriterium.

Gewiss hat Jordan vollkommen Recht, wenn er dieser Eigenschaften wegen die Fabre'sche Pflanze als Species aufstellt, denn in der That sind in ihr alle Charaktere vereinigt, die ihr Recht auf diese Bezeichnung geben. Aber Jordan ging weiter; er glaubte a priori beweisen zu können, dass die Erzeugung einer fruchtbaren und intermediär bleibenden Bastardpflanze unmöglich, dass der Glaube an die Möglichkeit derselben eine Absurdität sei. Er entwickelte mit grosser Weitläufigkeit aus methaphysischen Gründen die Unzulänglichkeit und die Gefahr der zu ausschliesslichen Anwendung directer Beobachtung in den Naturwissenschaften, welche, nach ihm, endlich zu einem trostlosen Pantheismus führen müsse. Er ging sogar so weit, sich endlich selbst auf die Mythe der Bibel von der Erschaffung der Welt, als auf ein Zeugniss zu Gunsten seiner Ansicht, zu berufen. Von Experimenten zur Beweisführung seiner Idee konnte für ihn natürlich keine Rede sein, denn sein fester Glaube an die Unmöglichkeit der Bildung eines neuen Geschöpfes muss ihn diese als vollständig überflüssig erscheinen lassen.

Wenn Jordan behauptet, dass die ausschliesslich inductive Methode in den beschreibenden Naturwissenschaften oft irre leite,

*) Mémoire sur l'Aegilops triticoides etc. Ann. d. sc. nat. 4e sér. tome IV.

so bleibt er freilich dafür jeden Beweis schuldig, und was seine Warnung vor der pantheistischen Tendenz der heutigen Naturwissenschaft betrifft, so scheint es mir, dass darauf eben nicht mehr Gewicht als auf seine alttestamentlichen Argumente zu legen ist. Gewiss hat Jordan Recht, wenn er vor einer zu leichtsinnigen Anwendung der muthmaasslichen Hybridität in der beschreibenden Botanik warnt und über Missbrauch in dieser Beziehung klagt. Dieser Vorwurf kann jedoch nur da seine Anwendung finden, wo keine gründliche und streng verfolgte Beobachtung zum Grunde liegt, wie das denn leider oft der Fall sein mag. Es ist aber dann doch wenig folgerecht, wenn man hieraus nachher entwickeln will, dass überhaupt ein Studium der Bastardbildungen im Pflanzenreiche ohne Nutzen oder wohl gar schädlich für die beschreibende Botanik sei.

Godron, welcher in Jordan's Schrift direct angegriffen war, erwiderte demselben in einer kurzen Brochüre*), in welcher er sich gegen manche ihm fälschlich von Jordan zugeschriebene Ansichten vertheidigte und namentlich entschieden in Abrede stellte, den Aegilops speltaeformis mit einem Triticum oder selbst mit dem Aegilops triticoides identificirt zu haben. Er macht mit Recht darauf aufmerksam, dass Jordan, ohne uns über die Frage aufzuklären und nur auf methaphysische Ansichten gestützt, Nichts als Negationen bringt, welche den Zweck haben sollen, den Experimenten Anderer im Voraus allen Erfolg abzusprechen.

Godron, der den Aegilops speltaeformis als einen Bastard von Aegilops ovata betrachtet, scheint demselben trotz seiner jahrelang unveränderten Reproduction dennoch nicht das Recht, eine eigene Species zu bilden, zuerkennen zu wollen. Er will offenbar mit dem alten Dogma von der Unveränderlichkeit der Species nicht brechen. Aber eigentlich wird ja auch das Dogma dadurch gar nicht angegriffen. Denn die Species mag immerhin unverändert bleiben, so ist doch die Bildung eines ganz neuen Wesens dadurch keineswegs ausgeschlossen. Und dieses Wesen ist ja weder das eine noch das andere, sondern eben ein ganz neues, noch nicht da gewesenes, mithin ist es durchaus nicht als eine Modification des einen oder anderen erzeugenden Wesens zu betrachten. Es ist vielmehr, wenn man so sagen darf, ein Neutralisationsproduct.

*) De l'Aegilops triticoides et de ses différentes formes (Annales des sciences naturelles. 4e série, tome V p. 81).

Freilich hat, wie ich schon oben erwähnte, Godron leider sein Experiment nicht lange genug fortgesetzt, um uns den vollständigen Beweis zu liefern, dass der Aegilops speltaeformis oder eine ähnliche, sich unverändert reproducirende Pflanze durch Hybridation entstanden sei, aber es lässt sich nicht läugnen, dass seine Ansicht viel Wahrscheinlichkeit für sich hat, besonders da, wovon ich noch später ausführlicher sprechen werde, meine sämmtlichen Bastardpflanzen mir einige, wenn auch nur wenige Samen gegeben haben, deren mehrere jetzt schon gekeimt haben.

Einer später erschienenen Arbeit von Jordan*), welche mit grosser Weitläufigkeit seine schon früher ausgesprochenen Ideen entwickelt, brauche ich nur kurze Erwähnung zu thun, da sie eben so wie die frühere auf die theoretische Unmöglichkeit der hybriden Natur des Aegilops speltaeformis gebaut ist. Für gute Abbildungen der Aehren von Aegilops triticoides und speltaeformis nebst Analysen, welche dieser Arbeit zugegeben sind, ist das botanische Publicum dem Verfasser Dank schuldig.

Auch Planchon hat in Montpellier Versuche künstlicher Befruchtung des Aegilops ovata und zwar mit Erfolg angestellt**). Er pflichtet der Meinung Godron's bei und glaubt hinlänglich bewiesen, dass die Fabre'sche Pflanze ein Bastard sei, dem jedoch auch er den Namen Species trotz seiner jahrelangen Reproduction versagen zu müssen glaubt.

Regel und später Henslow haben gleichfalls künstliche Befruchtungen des Aegilops vorgenommen. Es war mir leider nicht möglich, die Berichte dieser beiden letzten Forscher über ihre Arbeiten zu Gesicht zu bekommen. Nach dem Zeugnisse B. Seemann's in den Verhandlungen der deutschen Naturforscher-Versammlung zu Wien im Jahre 1856 wäre Regel der Erste, welcher Aegilops mit Weizenpollen befruchtet hätte. Es ist keine Jahreszahl angegeben, und somit weiss ich nicht bestimmt, ob Godron oder Regel der Erste gewesen ist. Es ist mir nicht bekannt, ob Regel oder Henslow ihre Versuche fortgesetzt haben, ob sie überhaupt von ihren Bastardpflanzen Samen erhalten und diesen ausgesäet haben. Eben so wenig kenne ich die Ansichten dieser Herren über die Fabre'sche Pflanze und die Betrachtungen, welche sich an dieselben schliessen.

*) Nouveau mémoire sur la question rélative aux Aegilops triticoides et speltaeformis (Annales de la société Linéenne de Lyon. Nouvelle série, tome IV.)

**) Bulletin de la société botanique de France. Tome IV p. 573.

Ich wiederhole hier noch einmal, dass mir die Hybridität des Aegilops speltaeformis bis jetzt nur wahrscheinlich ist, und dass ich durch fortgesetzte Versuche zum sicheren Resultat zu kommen gedenke, sei dieses nun verneinend oder bekräftigend. Die Sicherheit des Beweises würde eben in dem Maasse zunehmen, als ich verschiedene Generationen meiner Pflanzen beobachtet hätte. Ich werde also keineswegs schon durch die Erfolge dieses oder des nächsten Jahres zum Abschlusse kommen, auch wenn diese die Godron'sche Ansicht bekräftigen sollten. Somit verwahre ich mich ausdrücklich gegen jedes voreilige Absprechen in dieser Angelegenheit und halte nur die Ansicht fest, dass lediglich das Experiment hier den Knoten lösen kann.

Ich gehe nun zur Beschreibung meiner Bastardpflanzen über. Die Entscheidung darüber, ob diese Pflanzen in den Einzelheiten ihrer Organisation näher dem Typus des Vaters oder der Mutter stehen, überlasse ich Denjenigen, welche sich speciel mit dem Studium der Familie der Gramineen beschäftigen. Nur eins will ich bemerken: Meine Bastarde sind in ihrem Habitus bei weitem ähnlicher den Vaterpflanzen. Während der Aegilops ovata ein kleines Gras mit am Grunde niederliegenden, kaum 0,20 bis 0,30 Mm. hohen Halmen ist, haben die aufrecht wachsenden Bastarde eine Höhe, welche zwischen 0,50 und 0,90 Mm. variirt. Da der Hauptunterschied zwischen Mutterpflanzen und Bastarden sich in der Aehre und den Blüthenhüllen findet, so habe ich nur von diesen Abbildungen gegeben. Ich habe der Zahl der Figur die Nummer, welche meine Pflanzen im Experimentsregister führten, beigesetzt, weil ich einige von diesen Aehren unter jenen Nummern vertheilt habe. Ich bin gern bereit, Denen, welche sich für die Sache interessiren, von den wenigen mir noch übrig gebliebenen Aehren mitzutheilen, wenn man sich deshalb an meine Adresse: Nr. 1 Rue du Cardinal Lemoine à Paris wenden will. Ebenso erbiete ich mich, zum Herbste dieses Jahres von den Producten meines Versuchs zu vertheilen, so viel mir möglich ist.

Sämmtliche zehn Bastarde sind Kinder des Aegilops ovata; ihre Aehren sind sämmtlich an der Basis articulirt und brechen an dieser Stelle bei der Reife ab. Das letzte Aehrchen nimmt, wie bei Aegilops ovata, eine Stellung ein, welche sich mit der der übrigen kreuzt, d. h. wenn man sich eine Linie gezogen denkt von dem Rückennerv der einen Balgklappe des endständigen Aehrchens zu dem der anderen, so weicht dieselbe in ihrer Richtung

bei diesem obersten Aehrchen um 90° ab von einer ähnlichen Linie, gezogen durch die Balgklappen der übrigen Aehrchen. Die Abbildungen zeigen diese Stellung sehr deutlich. Eine Eigenthümlichkeit dieser Bastardpflanzen besteht noch darin, dass ihre zuletzt entwickelten Aehren, welche gewöhnlich nur unvollkommen bleiben und nicht zur Reife kommen, stets der Form der Mutterpflanze sich auf eine sehr entschiedene Art nähern, ja in einigen Fällen, so z. B. bei der Pflanze No. 235, fast nicht mehr von derselben zu unterscheiden sind.

Die Pflanzen No. 180 und 183, von deren letzterer wir in Fig. 2 Taf. XXX die Aehre abgebildet sehen, haben Triticum sativum muticum zum Vater, welches sich in der Sammlung Vilmarin's unter dem Namen „Blé sans barbes d'Abyssinie"*) findet. Beide Pflanzen zeigen weder im Habitus noch in den einzelnen Theilen ihrer Blüthe wesentliche Unterschiede. Sie entwickelten sich sehr früh und waren am 4. Mai schon viel weiter vorgerückt als alle anderen. Sie bildeten Rasen, die ausser mehreren kleineren Halmen, welche sich nicht vollständig entwickelten, 30 bis 40 grosse Halme von der Höhe von 0,40 bis 0,50 Mm. trieben. Es hatte sich in mehreren Aehrchen Mutterkorn gebildet. Die Länge der Aehre beträgt 0,08 bis 0,10 Mm., die Zahl der Aehrchen variirt zwischen 7 und 10. Die gekielten Balgklappen der unteren Aehrchen sind wenig gestreift; sie sind durch den scharf hervortretenden Rückennerv in zwei sehr ungleiche Theile getheilt. Dieser Rückennerv ist in eine kurze Granne verlängert. Ausserdem zeigt die Balgklappe noch an ihrem äusseren Rande einen kurzen Zahn, an dem inneren Rande fehlt ein solcher. Die äussere Spelze**) ist gewölbt; sie hat einen gegen die Basis verschwindenden Mittelnerv, der sie in zwei gleiche Theile theilt und sich in eine kurze Granne verlängert; ihr Rand zeigt ausserdem zwei kurze seitliche

*) Ich gebe hier die Namen der Triticum-Arten und Varietäten, wie sie sich in Vilmarin's Essai d'un Catalogue méthodique et synonymique des froments. Paris 1850, librairie agricole, finden. Herr Vilmarin besitzt wohl die reichste Sammlung von Getreidearten, welche augenblicklich existirt, und da sich die von mir angewandten Pflanzen sämmtlich in derselben befinden und somit jederzeit zum Vergleich mit den durch sie erzeugten genommen werden können, so halte ich es für nützlich, sie hier mit ihren französischen Namen aufzuführen.

**) Da die innere Spelze keine wesentlichen Unterscheidungsmerkmale darbietet, werde ich ihrer nicht in diesen Beschreibungen erwähnen.

Zähne. Die Aehrchen sind fast lanzettförmig und ausgezeichnet durch ihre Reichblüthigkeit; man zählt bis zu 8 Blüthen an einem Aehrchen. Die höher hinauf stehenden Aehrchen sind länger begrannt, und ihre Balgklappen zeigen auch am inneren Rande einen kurzen Zahn. Das endständige Aehrchen endlich zeigt eine grosse Verschiedenheit von den anderen, sowie denn überhaupt in den Endährchen immer der Charakter der Mutterpflanze mehr ausgesprochen ist. Hier ist die Balgklappe gewölbt; dieselbe ist durch mehrere hervortretende Nerven gestreift. Der in eine Granne verlängerte und meist kielförmig hervortretende Mittelnerv theilt die Klappe in zwei gleiche Theile, und zu jeder Seite der Granne sieht man einen Zahn hervortreten, deren einer sogar in eine kurze Granne verlängert ist. Die Spelze unterscheidet sich von derjenigen der übrigen Aehrchen durch die grössere Länge ihrer Grannen und das deutliche Hervortreten der seitlichen Zähne. Uebrigens nimmt auch die Länge der Spelz-Grannen zu je nach der Höhe der Aehrchen.

Der Vater der Pflanze No. 235, deren Aehren in Fig. 3 abgebildet ist, ist ein Triticum monococcum (Engrain Bourgeau). Diese Pflanze ist von allen meinen Hybriden die, welche ihrer Mutterpflanze am ähnlichsten ist. Sie ist indessen dennoch von dieser (Fig. 1) verschieden; ich werde hier genauer beide Pflanzen mit einander vergleichen. Zuförderst ist die Bastardpflanze 0,50 Mm. hoch, während der Aegilops ovata nicht über 0,20 bis 0,30 Mm. sich erhebt, dann ist auch ihre Aehre aus 5 Aehrchen zusammengesetzt, während wir deren bei Aegilops ovata gewöhnlich zwei bis drei zählen, ausserdem sind auch die Grannen angedrückt, wie bei den anderen Bastarden, und nicht ausgebreitet, wie bei Aegilops ovata. Die Pflanze No. 235, welche sich ziemlich spät entwickelte, bildete einen Rasen von 25 bis 30 grossen Halmen und mehreren kleineren, die sich nicht vollkommen ausbildeten. Die Balgklappen unserer Fig. 3 sind, obgleich ziemlich stark gestreift, von hervortretenden Nerven doch deutlich gekielt und durch den Rückennerv in zwei ungleiche Theile getheilt, während sie bei Aegilops ovata gewölbt und gegen die Basis hin bauchig angeschwollen sind. Sie tragen in beiden Pflanzen 3 Grannen, von denen die mittlere die kürzere ist. Die Spelzen sind in beiden Pflanzen sehr ähnlich; der gegen die Basis verschwindende Mittelnerv ist in eine Granne verlängert, und die beiden seitlichen Nerven laufen in zwei Zähne aus. Die Balgklappen des endständigen Aehrchens sind in beiden

Pflanzen gestreift von den hervortretenden Nerven; sie sind gewölbt; beide tragen 3 lange Grannen; bei unserer Bastardpflanze sind denselben überdies noch an jeder Seite ein kurzer Zahn zugesellt. Die Spelzen der Bastardpflanze haben 3 Grannen, die des Aegilops ovata oft nur eine mit zwei seitlichen Zähnen.

Die Pflanzen No. 259 und 270, deren letztere in Fig. 4 abgebildet ist, haben ein Triticum Spelta aristatum (Epeautre blanche barbue) zum Vater. Beide Pflanzen sind in allen ihren Theilen sehr ähnlich. Ihre Halme, deren an 60 bis 70 grössere und eine Menge kleinere gezählt wurden, erheben sich bis zu 0,60 bis 0,70 Mm. Höhe. Die Aehren bestehen aus 9 bis 11 Aehrchen. Unteres Aehrchen: Balgklappen gekielt, mit zwei kurzen Grannen und einem mittleren Zahn. Spelze mit drei undeutlichen Nerven, deren mittlerer in eine Granne ausläuft; von den beiden seitlichen Nerven verlängert sich der eine gleichfalls in eine kurze Granne. Endständiges Aehrchen: Balgklappen gewölbt, gestreift von drei hervortretenden Nerven, welche in 3 Grannen ausgehen, ausserdem noch an jeder Seite mit einem undeutlichen Zahne versehen. Spelzklappen mit gegen die Basis verschwindendem Mittelnerv, der in eine lange Granne ausläuft, und mit zwei seitlichen Zähnen.

Die Pflanze No. 318, von welcher Fig. 5 die Abbildung einer Aehre zeigt, hat zum Vater Triticum turgidum (Poulard blanc lisse). Die Pflanze bildete einen Rasen mit 30 bis 40 Halmen von 0,90 Mm. Höhe. Die Aehren sind sehr lang begrannt; sie zählen 8 bis 9 Aehrchen. In mehreren Blüthen hatte sich Mutterkorn entwickelt. Unteres Aehrchen: Balgklappen deutlich gekielt, wenig gestreift, tragen zwei Grannen von verschiedener Länge, welche zwischen sich einen kurzen undeutlichen Zahn haben. Spelzklappen mit fast verschwindendem Mittelnerv, der in eine lange Granne ausläuft; einer der Seitennerven verlängert sich ebenfalls in eine kurze Granne, der andere in einen kurzen Zahn. Endständiges Aehrchen: Balgklappe gewölbt, gestreift, zwei ihrer Nerven laufen in lange Grannen aus, zwischen denen sich ein spitzer Zahn befindet; ausserdem trägt sie seitlich von den Grannen noch zwei Zähne. Der Mittelnerv der Spelzklappe läuft in eine lange Granne aus, die beiden seitlichen in zwei kürzere.

Die Pflanzen No. 391, 392 und 396 haben zum Vater ein Triticum sativum muticum (Blé de Flandres). Alle drei Pflanzen zeigen keinen wesentlichen Unterschied unter einander. Sie bilden Rasen von 80 bis 90 Halmen von 0,90 Mm. Höhe und sind sehr

stark von Mutterkorn heimgesucht. Die Aehren bestehen aus 9 bis 13 Aehrchen. Unteres Aehrchen: Balgklappen deutlich gekielt, wenig gestreift, mit einer kurzen Granne und zwei spitzen Zähnen versehen. Spelzklappen mit ziemlich deutlich hervortretendem Mittelnerv, der in eine kurze Granne ausläuft, und zwei seitlichen stumpfen Zähnen. Endständiges Aehrchen: Balgklappe gewölbt, wenig gestreift, Mittelnerv stark hervortretend und in eine Granne auslaufend, ausserdem noch zwei starke seitliche Zähne. Der ziemlich deutliche Mittelnerv der Spelzklappe verlängert sich in eine ziemlich lange Granne; an der Basis derselben trägt die Spelzklappe zu jeder Seite noch einen spitzen Zahn.

Die Pflanze No. 236 hat nach meinem Register gemeinsame Abkunft mit der No. 235 (Fig. 3), ihr Vater ist auch Triticum monococcum. Sie unterscheidet sich jedoch so bedeutend von dieser Pflanze und nähert sich so sehr den zuletzt beschriebenen, dass ich fast dazu geneigt bin zu glauben, dass während der Ueberwinterung meiner Pflanzen durch einen unglücklichen Zufall eine Verwechselung der Nummer dieser letzteren stattgefunden habe, denn ich finde keinen einzigen wesentlichen Unterschied von den eben zuletzt beschriebenen Pflanzen, und zugleich scheint mir die Kurzbegranntheit meiner Pflanze sie noch bedeutend von Triticum monococcum zu entfernen. Ich halte es für richtiger, wenn ich mit der Vermuthung eines solchen Irrthums, der da, wo eine Menge Menschen beschäftigt sind, wie man mir zugeben wird, selbst bei sorgfältiger Ueberwachung vorkommen kann, selbst hervortrete, als zu warten, bis meine Leser selbst auf ähnliche Erklärungen fallen würden. Ich glaube durch dieses Geständniss nicht zu verdienen, dass man die Zuverlässigkeit meiner Beobachtungen in Zweifel ziehe. Ich lasse indessen dennoch die Beschreibung dieser in Fig. 7 abgebildeten Pflanze folgen. Sie hatte an 30 Halme von 0,80 Mm. Höhe getrieben. Die Aehren haben 10 bis 12 Aehrchen. Unteres Aehrchen: Balgklappen deutlich gekielt, wenig gestreift, mit einem langen und zwei kurzen Zähnen versehen. Spelzklappen mit wenig deutlichem Mittelnerv, der in eine sehr kurze Granne ausläuft, und mit zwei kleinen seitlichen Zähnen. Endständiges Aehrchen: Balgklappe gewölbt, mit hervortretendem Mittelnerv, der in eine kurze Granne verläuft, und mit zwei seitlichen Zähnen. Der Mittelnerv der Spelzklappe verlängert sich in eine ziemlich lange Granne, ausserdem trägt die Spelze noch zwei seitliche Zähne.

Wenn ich nun meine Bastardpflanzen mit der von **Planchon** künstlich erzeugten vergleiche, so stellt es sich heraus, dass diese letztere, deren Vater auch ein Triticum sativum muticum (Touzelle blanche) ist, meinen Pflanzen No. 180, 183, 236, 391, 392 und 396 besonders ähnlich ist.

Die auf natürlichem Wege erzeugten Bastarde, deren ich in meinem Herbar nur von der begrannten Form besitze, nähern sich am meisten meiner Pflanze No. 318. Ich würde wahrscheinlich durch ein Triticum sativum aristatum ähnliche Formen erhalten haben. Es lässt sich nun immerhin nicht leugnen, dass alle diese Pflanzen von dem Aegilops speltaeformis noch ziemlich verschieden sind.

Glücklicherweise haben alle meine Bastardpflanzen mir einige Samen gegeben, freilich nur sehr wenige, denn im Ganzen sammelte ich deren nicht mehr als 40. Ich habe die Freude, in diesem Augenblick davon schon 21 gekeimt zu sehen und zwar: 1 von No. 183, 4 von No. 391, 4 von No. 318, 8 von No. 396, 1 von No. 270, 2 von No. 392 und endlich 1 von No. 180.

Ich verdanke zugleich der Güte des Herrn J. Gay einen Samen von Aegilops triticoides, der im vergangenen Sommer in der Umgegend von Agde gesammelt worden ist; auch dieser hat gekeimt.

Da die Pflanze, welche aus diesem Samen gekeimt ist, vielleicht berufen ist, in der Aegilops-Angelegenheit eine Rolle zu spielen, so gebe ich hier einige Details über ihre Herkunft.

Gay, der im Juni vorigen Jahres nach Agde gereist war, um den Aegilops triticoides dort zu beobachten und zu sammeln, der aber selbst keinen Samen fand, erhielt ihn durch den Dr. Theveneau aus Agde, wo dieser ihn mit Fabre gefunden hatte.

Sein Brief an Gay adressirt vom 8. August 1857 sagt darüber Folgendes:

„Depuis votre visite à Agde je me suis préoccupé constamment de vos désirs d'avoir des graines fertiles de cette dernière plante (Aegilops triticoides), et j'ai sacrifié à cette première partie du programme la seconde qui, je vois, vous tient moins à coeur, c'est-à-dire que pour avoir des graines, j'ai sacrifié tous les échantillons. Mr. Esprit Fabre, de son côté, a fait quelques recherches et il avait marqué bon nombre de pieds pour aller les revoir à l'époque de la maturité.

Le 12 Juillet dernier, étant en herborisation avec Mr. Fabre, nous avons été assez heureux pour récolter un épi d'Aegilops triticoides contenant une graine en parfait état. Cet épi était déjà détaché de la plante, et on trouvait à terre bon nombre d'autres épis de la même plante. L'Aegilops triaristata était très-abondant tant à l'entour. L'Aegilops ovata s'y trouvait aussi, mais bien moins abondant.

Depuis lors j'ai vainement cherché pour récolter quelqu'autre graine, et j'ai retardé jusqu'à ce jour de répondre à votre lettre dans l'espoir de vous en annoncer un grand nombre, mais j'ai brisé des masses d'épis d'Aegilops triticoides sans y rencontrer une seule graine.

J'espère qu'entre vos mains la graine que je vous adresse servira à élucider la question si vivement controversée des Aegilops et demontrera clairement les erreurs de Mr. Jordan.

Die Aehre, der der Samen entnommen ist, existirt [illegible]ay's Herbar, wo sie von folgender Notiz begleitet ist:

Épi d'Aegilops triticoides Req., récolté le 12 J[illegible] 1857 par Mr. Mr. Esprit Fabre et Theveneau sur le bord d'un champ près Baldy à Agde.

signé A. Theveneau. Esprit Fabre.“

Mein Versuch ist zwar noch weit von seinem Abschlusse entfernt, aber ich hoffe, dass er dazu beitragen wird, eine wichtige Frage ihrer Lösung näher zu bringen. Ich werde in diesem Jahre eine ähnliche Reihe von Versuchen, wie ich sie im Verein mit Vilmarin seit 1855 in Verrières angestellt habe, im Jardin des plantes zu Paris anfangen und habe schon dazu die nöthigen Vorbereitungen getroffen, unterstützt von dem zuvorkommenden Wohlwollen Decaisnes, des berühmten Vorstehers dieses Instituts.

Sehr sollte es mich freuen, wenn diese kurzen Zeilen auch an anderen Orten ähnliche Versuche hervorrufen würden, denn nur zahlreiche Versuche können zu sicheren Erfolgen führen. Nur die Fülle führt zur Klarheit!

Paris, den 25. Februar 1858.

Erklärung der Figuren.

Taf. XXX.

In sämmtlichen sieben Figuren bezeichnet G die Balgklappe (gluma), P die äussere Spelzklappe (palea) des unteren Aehrchens; g und p bezeichnen die entsprechenden Blüthentheile der endständigen Aehrchen. Sämmtliche Aehren, mit Ausnahme der Fig. 1, sind Bastarde von Aegilops ovata. Die nähere Erklärung darüber findet sich im Texte.



Gedruckt bei Julius Sittenfeld in Berlin.


Taf. XXX.
1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
A. Riocreux u. J. Grönland gez.





